

Arlberg Kongress 2006

28. Internationaler

Uponor Arlberg Kongress 2006

Für alle Beteiligten und Freunde unseres Hauses

28. Internationaler Uponor Arlberg Kongress
in A-6580 St. Christoph/Tirol
26. März – 01. April 2006

Veranstalter
Uponor Central Europe
Uponor GmbH
Postfach 1641
97433 Haßfurt
Germany
T +49 (0)9521 690-0
F +49 (0)9521 690-710
W www.uponor.de
E central-europe@uponor.de

Gesamtherstellung
Stadler Verlagsgesellschaft mbH, Konstanz

Fotos
Hella Wolff-Seybold

Inhalt

Thema

28. Internationaler

Uponor Arlberg Kongress 2006

„Veränderungen unter Beibehaltung der Tradition" ist das Motto, unter dem wir den diesjährigen Kongress in St. Christoph am Arlberg stellen. Tradition ist, dass der Kongress jetzt bereits zum 28. Mal durchgeführt wird - die Veränderung zeigt sich darin, dass nun erstmals Uponor nach Tirol einlädt.

Weiterhin gehört es zur Tradition, Themen zu behandeln, die in Zukunft für unsere Branche interessant und richtungsweisend sind: Die Auswirkungen der DIN 18599 und ihre Fortschreibung auf europäischer Ebene auf Anlagentechnik und Bauweise werden besonders spannend, wenn man die aktuellen Entwicklungen in der Architektur als Randbedingungen mit einbezieht. Neue Erkenntnisse und technische Regeln in Bezug auf die Trinkwasserhygiene werden die Trinkwasserinstallation stark beeinflussen. Gleichzeitig kommen auf die Unternehmen auch immer neue Anforderungen im betrieblichen Umfeld zu, auf die mit dem Vortrag zum Thema Arbeitsschutz ebenfalls ein Schlaglicht geworfen wird.

Die Beiträge und Workshops zu diesen Themen sollen allen Kongressteilnehmern, und darüber hinaus allen Interessenten, Lösungen aufzeigen und eine Hilfe für die tägliche Arbeit sein.

Vorwort



Heiko Folgmann

Den inneren Schweinehund zu zähmen und sich selbst zu Motivieren war der Einstieg in den 28. internationalen Kongress am Arlberg. Wir danken Ihnen, unseren Gästen, dass Sie mit Ihrer regen Teilnahme an den Referaten und Workshops gezeigt haben, wie effektiv die Anregungen des ersten Vortrages umgesetzt wurden.

Bei einer breit gestreuten Themenpalette, die von aktuellen und zukünftigen Normen bei Heizung und Trinkwasser, Recht und Architektur bis zu Produkten und ihren Möglichkeiten reichte, waren Sie mit Fragen und Diskussionen immer dabei, um sich Informationen für den Markt von morgen zu holen.

In einem enger werdenden Umfeld wird es von zentraler Bedeutung sein, sich durch Sonderlösungen oder durch das Zusammenspiel einer abgestimmten Produktpalette vom Wettbewerb abzuheben.

Marktführerschaft heißt dabei für uns, die permanente Suche nach der Antwort auf die Frage, wie wir den Markt führen können. Anspruch und Motivation genug, sich mit der nahen und fernen Zukunft unserer Branche zu beschäftigen und ausreichend Stoff für den Arlbergkongress gestern wie heute.

Wir hoffen, Ihnen im Laufe dieser Kongresswoche Anregungen mit auf den Weg gegeben zu haben, wie Know-how und Produkte eines Marktführers Sie bei Ihrer Arbeit unterstützten können.

Mit diesem Buch möchten wir uns bei unseren Gästen und Referenten bedanken und ihnen nicht nur ein Andenken an den Kongress, sondern auch ein Nachschlagewerk zur Verfügung stellen.

Unser Dank gilt natürlich auch dem Hospiz und allen anderen Beteiligten auf dem Arlberg, die mit ihrem Rahmenprogramm diesen Kongress zu einem Erfolg gemacht haben.

Referenten

Dipl.-Ing. Hans Erhorn
Abteilungsleiter Wärmetechnik, Obmann des DIN-Ausschusses
DIN 18599, Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP), Stuttgart

Dr. Klaus Gregor
Richter am Landgericht Würzburg, Würzburg

Dr. Michael Günther
Uponor GmbH, Dresden

Dr. Marco Freiherr von Münchhausen
Agentur & Management Dr. Marco Freiherr von Münchhausen

Prof. Dr. Ing. Bjarne W. Olesen
Director: International Centre for Indoor Environment and Energy,
Technical University of Denmark, Lyngby, Denmark,
Department of Mechanical Engineering

Sven Petersen, Dipl. Physiker
Uponor GmbH, Norderstedt

Dipl.-Ing. Rainer Pütz
GEW Köln AG, Köln

Dipl.-Ing. Architekt Hadi Teherani
BRT Architekten, BDA Bothe Richter Teherani, Hamburg

Dipl.-Ing. Jörg Schütz
Geschäftsführer Technik, Fachverband Sanitär-, Heizungs- und
Klimatechnik Bayern, München

Dipl.-Ing. Hans Erhorn

Auswirkungen der DIN 18599 auf den Neubau

Was ändert sich mit der nationalen Umsetzung der EU-Richtlinie zur Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden in die EnEV bei Neubauplanungen?

1 Einführung

Politische Vorgaben

Die Steigerung der Energieeffizienz ist ein wesentlicher Bestandteil der politischen Strategien und Maßnahmen der Staaten der Europäischen Union (EU), die zur Erfüllung der im Rahmen des Kyoto-Protokolls eingegangenen Verpflichtungen erforderlich sind, und ist daher in jedes politische Konzept zur Erfüllung weiterer Verpflichtungen einzubeziehen. Das Europäische Parlament und der Europäische Rat haben hierzu auf Vorschlag der Europäischen Kommission am 16. Dezember 2002 die Richtlinie 2002/91/EG über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden erlasssen, die auf die Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21. Dezember 1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedsstaaten über Bauprodukte aufbaut. Hiernach sind Bauwerke und ihre Heizungs-, Kühlungs- und Belüftungsanlagen derart zu entwerfen und auszuführen, dass unter Berücksichtigung der klimatischen Gegebenheiten des Standortes und der Bedürfnisse der Bewohner der Energieverbrauch bei ihrer Nutzung gering gehalten wird.

Die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden soll, gemäß der EU-Richtlinie, nach einer Methode berechnet werden, die regional differenziert werden kann und bei der zusätzlich zur Wärmedämmung auch andere Faktoren von wachsender Bedeutung einbezogen werden, z. B. Heizungssysteme und Klimaanlagen, Nutzung erneuerbarer Energieträger und Konstruktionsart des Gebäudes. Die Kommission empfiehlt hierzu eine Weiterentwicklung der in vielen Mitgliedsstaaten bereits eingeführten Normen wie EN 832 und prEN 13790, unter der Maßgabe der Berücksichtigung von Klimaanlagen und Beleuchtung. Ein gemeinsamer Ansatz bei diesem Prozess und der Einsatz von qualifiziertem und/oder zugelassenem Fachpersonal, dessen Unabhängigkeit auf der Grundlage objektiver Kriterien zu gewährleisten ist, werden dazu beitragen, gleiche Bedingungen für die Anstrengungen in den Mitgliedstaaten bei Energieeinsparungen im Gebäudesektor zu schaffen, und werden für die künftigen Besitzer oder Nutzer auf dem europäischen Immobilienmarkt hinsichtlich der Gesamtenergieeffizienz für Transparenz sorgen.

Gemäß dem Subsidiaritätsprinzip im Sinne des Vertrags zur Gründung der Europäischen Gemeinschaft sollen auf EU-Ebene nur allgemeine Grundsätze für ein System von Anforderungen und Zielen für die Gesamtenergieeffizienz festgelegt werden; die detaillierte Umsetzung aber soll den Mitgliedstaaten überlassen bleiben, um jedem Mitgliedstaat die Möglichkeit zu geben, das seiner jeweiligen Situation optimale angepasste System zu wählen.

Deutsche Umsetzung

In Deutschland ist über die Energieeinsparverordnung seit 2002 ein Bilanzierungssystem zur Bewertung der Energieeffizienz von beheizten Gebäuden eingeführt, das auf den physikalischen Modellen der Normen prEN 13790 (Bewertung Gebäude) und prEN 14335 (Bewertung Heiztechnik) fusst. Diese Methode ist für die Ausführungs- und Nutzungsbedingungen in neu errichteten Wohngebäuden entwickelt worden und wird bisher auch auf Nichtwohngebäude mit vergleichbarem Nutzungsprofil angewendet. Aufgrund der spezifischen Randbedingungen die der Methode zugrunde liegen, ergeben sich bei der Anwendung unter anderen Nutzungsbedingungen, wie zum Bespiel bei Bestandsgebäuden oder bei bei Funktionsgebäuden mit raumlufttechnisch

Anlagen, häufig unrealistisch erscheinende Energiebilanzanteile. Dies führte zur Entwicklung von spezifischen Bewertungsmethoden für verschiedene Gebäudetypen, wie z. B. Berechnungsmethoden für Passivhäuser oder Heizenergiebedarfsberechnungen für Bestandswohngebäude. Alle diese Methoden waren nicht geeignet, die in der EU-Richtlinie definierte Anforderungen an eine durchgängige Methode zufriedenstellend umzusetzen. Daher stellte das Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen 2003 einen Normungsantrag, eine derartige Methode in Deutschland zu entwickeln unter der besonderen Vorgabe, verfügbare Ansätze soweit wie möglich zu nutzen, eine europäische Harmonisierung anzustreben sowie ein einfach handhabbares Verfahren zu entwickeln, das durchgängig für Alt- und Neubauten und Wohn- und Nichtwohngebäude angewandt werden kann.

Hierzu wurde beim Deutschen Institut für Normung e.V. (DIN) ein Gemeinschaftsausschuss der Fachgebiete Bauwesen, Heiz- und Raumlufttechnik und Lichttechnik gegründet, in dem die möglichen Ansätze gemeinsam diskutiert und festgelegt wurde. Für die Methodik und die Ansätze zur Berechnung des Nutzenergiebedarfs von konditionierten Bereichen in Gebäuden konnten hierbei aus dem Vorhaben SANIREV II des Förderprogramms EnSan im Forschungsrahmenprogramm des Bundes grundlegende Ergebnisse bereitgestellt werden. Ergänzt werden konnten diese Ansätze mit Ergebnissen aus dem Tageslicht-Verbundvorhaben des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie (BMWi), in dem eine monatliche Bilanzierungsmethode für die energetische Bewertung der Beleuchtung von Gebäuden, unter besonderer Berücksichtigung des Tageslichtangebotes in Räumen, entwickelt wurde.

Zur Sicherstellung eines nachhaltigen Ansatzes, der mit den Konzepten in den anderen europäischen Staaten verträglich konkurrieren kann und daneben die Anforderungen der EU-Richtlinie umfassend erfüllt, wurden die entwickelten Ansätze in die europäische Normung transferiert und in die relevanten CEN Normen implementiert. Hierbei bestand die besondere Problematik, daß das europäische Normungskommittee CEN über keine vergleichbare durchgängige Methode verfügt und daher keine fachbereichsübergreifenden Ansätze verfolgt.

1.1 Die deutsche Bewertungsmethode

Die nach der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d. h. es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung derer gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht, wie Abb. 1 zeigt, die Vornormenreihe DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln.

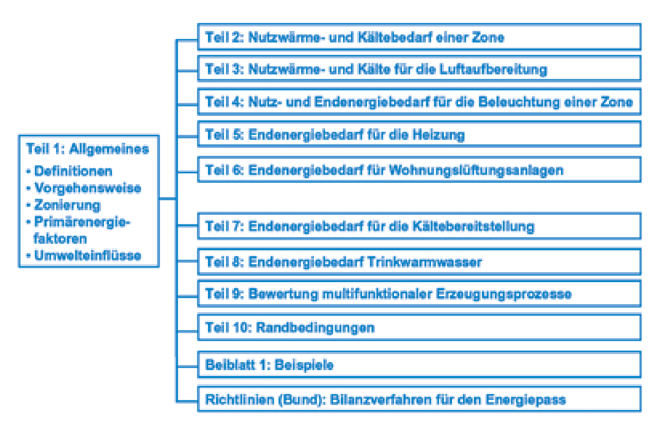


Abb. 1-1: Darstellung der einzelnen Themenschwerpunkte der Teile der DIN V 18599

Im Teil 1 sind die Bilanzierungsregeln beschrieben und die Schnittstellen zu den anderen Teilen der Norm definiert. Darüberhinaus sind die Zonierungsregeln und die Primärenergiefaktoren hier festgelegt. Die Teile 2 bis 4 beschäfftigen sich mit der Ermittlung der Nutzenergie für konditionierte Gebäudeteile. Hierbei wird unterschieden zwischen dem Energiebedarf der in Nutzungszonen entsteht um hierin die gewünschten thermischen und visuellen

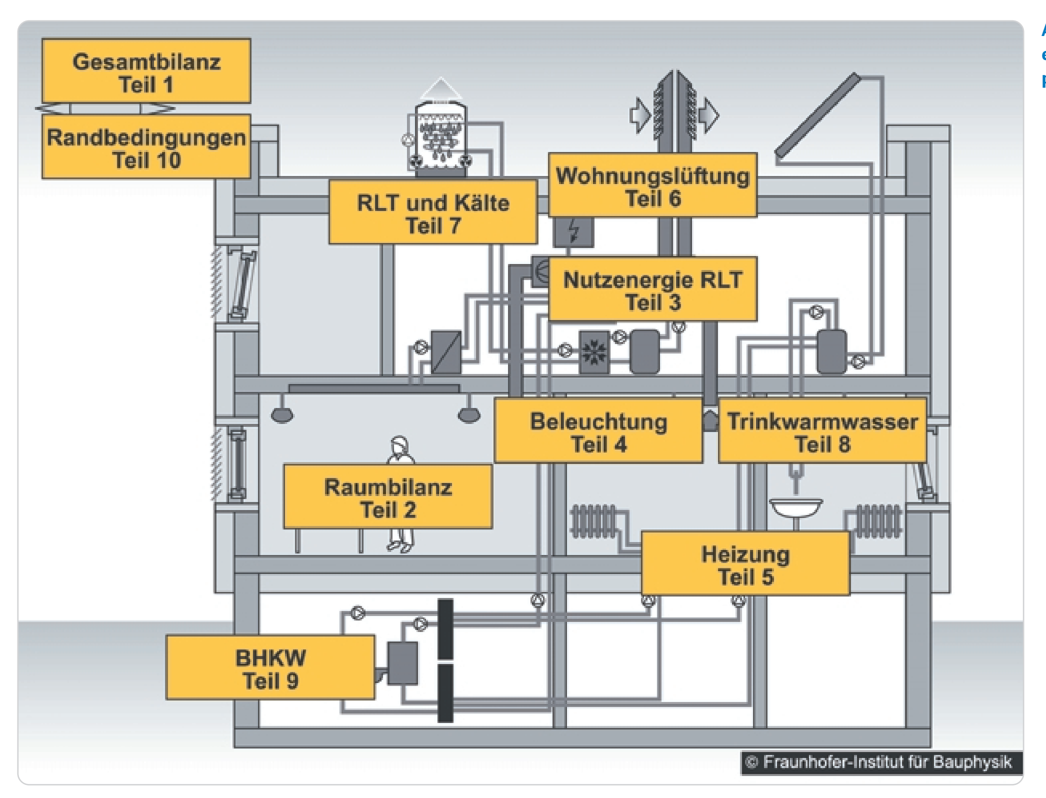


Abb. 1-1: Darstellung der einzelnen Themenschwerpunkte der DIN V 18599

Randbedingungen sicherzustellen und dem Energiebedarf der für die Luftaufbereitung notwendig ist um die Zuluft von Außenluftbedingungen auf Zuluftbedingungen zu veredeln. Hierin sind auch Prozesse wie Be- und Entfeuchtung enthalten. Die Nutzenergie berücksichtigt nicht die Effizienz der Anlagentechnik, sondern gibt Auskunft über den Bedarf an Energie den ein Gebäude bei vorgegebenen Nutzungsbedingungen erfordert. In den Teilen 4 bis 8 sind die Regeln für die Ermittlung der Energieeffizienz der Anlagentechnik für Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Kühlung und Klimatisierung zusammengestellt.

DIN V 18599 – ein ganzheitliche Ansatz

Die nach der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d. h. es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung derer gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht, wie Abb. 1 zeigt, die Vornormenreihe DIN V 18599 aus mehreren Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln.

Im Teil 1 sind die Bilanzierungsregeln beschrieben und die Schnittstellen zu den anderen Teilen der Norm definiert. Darüberhinaus sind die Zonierungsregeln und die Primärenergiefaktoren hier festgelegt. Die Teile 2 bis 4 beschäfftigen sich mit der Ermittlung der Nutzenergie für konditionierte Gebäudeteile. Hierbei wird unterschieden zwischen dem Energiebedarf der in Nutzungszonen entsteht um hierin die gewünschten thermischen und visuellen Randbedingungen sicherzustellen und dem Energiebedarf der für die Luftaufbereitung notwendig ist um die Zuluft von Außenluftbedingungen auf Zuluftbedingungen zu veredeln. Hierin sind auch Prozesse wie Be- und Entfeuchtung enthalten. Die Nutzenergie berücksichtigt nicht die Effizienz der Anlagentechnik, sondern gibt Auskunft über den Bedarf an Energie den ein Gebäude bei vorgegebenen Nutzungsbedingungen erfordert. In den Teilen 4 bis 8 sind die Regeln für die Ermittlung der Energieeffizienz der Anlagentechnik für Beleuchtung, Heizung, Lüftung, Kühlung und Warmwasser definiert. Im Teil 9 wird beschrieben, wie die Energieaufwendungen in multifunktionalen Generatoren, wie z.B. Blockheizkraftwerken, primärenergetisch zu bewerten sind. Angaben über die Randbedingungen für unterschiedliche Nutzungen in Gebäuden finden sich im Teil 10 sowohl als standadisierte Nutzungsprofile für die Erstellung des Energieausweises, als auch als typische Bandbreiten für die Energieberatung.

1.2 Die CEN Standards

Das EU Mandat

Die Europäische Kommission hat zur Unterstützung einer harmonisierten nationalen Umsetzung in Bezug auf den Erwägungsgrund 11 der Richtlinie ein Mandat an das europäische Standardisierungskommittee CEN erteilt, mit dem sie die Entwicklung eines europäischen Normenpaketes finanziert, mittels dessen alle relevanten Aufgaben zur Anwendung der Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden normativ geregelt werden können. Das Mandat besteht aus 31 Arbeitspaketen die in 5 Technischen Kommittees angelagert sind und zu über 40 Normenentwürfen führen. Bild 1-2 zeigt den Aufbau des Normenpaketes zur Erfüllung aller Artikel der EU-Richtlinie für die Gesamtenergieeffizienz.

Das Paket beinhaltet eine Serie von Normen in der die erforderlichen Eingangsgrößen für die Bewertung definiert werden, wie Klimadaten, Innenraumbedingungen, U- und g-Werte von Gebäu-

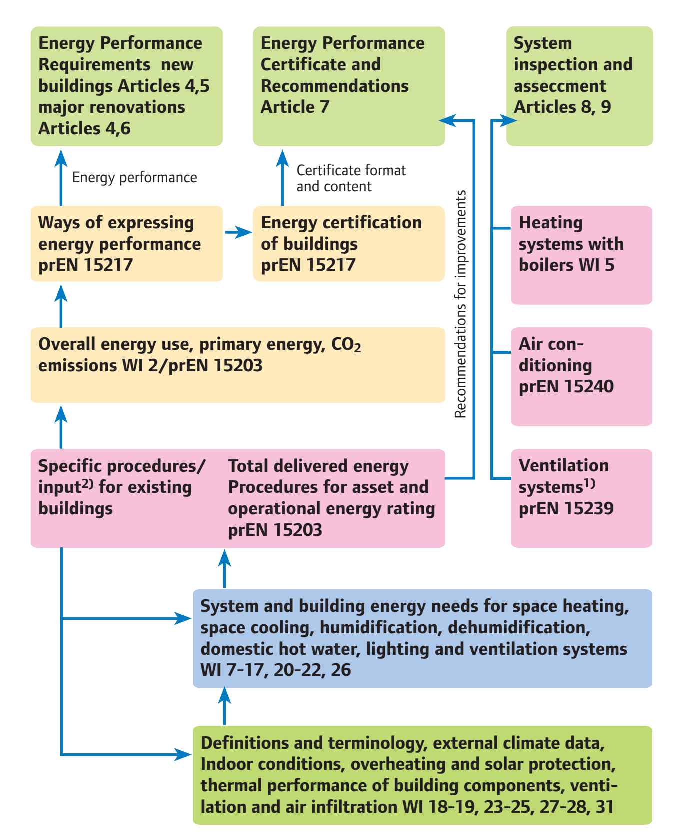


Abb. 1-2: Struktur des europäischen Normenpakets aus dem Mandat der EU Kommission

dekomponenten, Luftmengen, etc.. Eine weitere Serie beinhaltet Normen zur Bestimmung der Energieaufwendungen für Systeme zur Raumkonditionierung. Diese meist unabhängig voneinander entwickelten Normen weisen kein Schnittstellenkonzept auf. In 4 übergeordneten Normen zur Energieausweiserstellung gibt es Hinweise, welche Kennwerte und Prozeduren erforderlich sind um die energetische Zertifizierung durchführen zu können.

Die Struktur der europäischen Normen ist dadurch gekennzeichnet, das Alternativverfahren aufgeführt sind, die aus normativer Sicht als gleichwertig eingestuft werden können. Dieses Vorgehen wurde gewählt um bestehende Ansätze aus den Mitgliedsstaaten bestmöglich zu integrieren. Daher ist das europäische Normenpaket eher als ein Rahmenwerk zu verstehen in dem die Grundregeln definiert sind, das aber eine möglichst große Freiheit für die Mitgliedsländer bei der Implementierung der Richtlinie erlaubt.

So erlaubt die prEN 13790 für die Ermittlung der Heiz- und Kühlenergie einer Zone gleichberechtigt die Monatsbilanzmethode, eine Stundenbilanzmethode mit Referenztagen und eine dynamische Simulation anzuwenden. In prEN 15203 wird alternativ die Berücksichtigung der Energieabgaben der Anlagentechnik bei der Ermittlung der internen Wärmegewinne oder bei der Berechnung der Anlageneffizienz empfohlen. Abb. 1-3 zeigt die alternativen Vorgehensweisen.

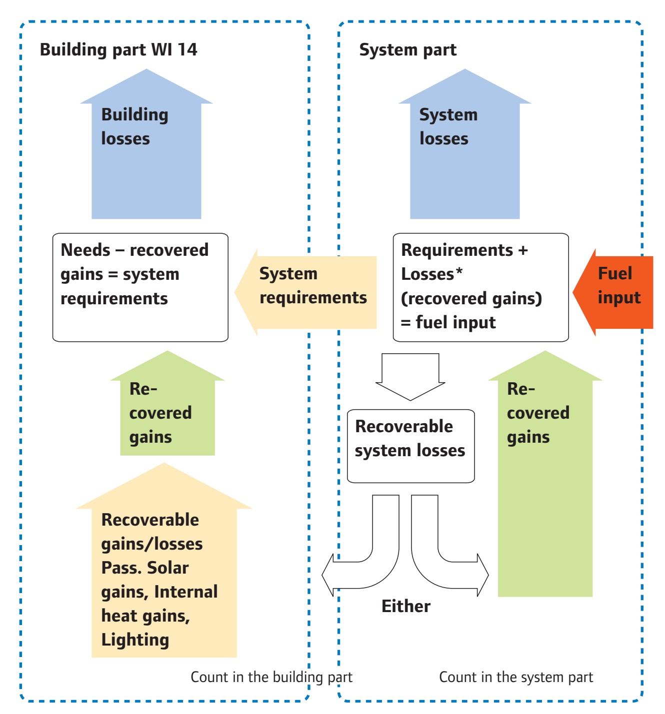


Abb. 1-3: Alternative Möglichkeiten der Verrechnung auftretender Systemverluste bei der Bilanzierung in prEN 15203 zur Ermittlung des End- und Primärenergiebedarfs

Während in der bisherigen deutschen Berechnungsprozedur zur Ermittlung des Heizenergiebedarfs gemäß DIN V 4108-6 in Verbindung mit DIN V 4710-10 der rechte Pfad beschritten wird; d.h. unterschiedliche große Anlagenverluste beeinflussen nicht den Heizwärmebedarf sondern werden lediglich bei der Effizienzermittlung der Anlagentechnik berücksichtigt, muß bei einer Erweiterung der Bilanzierungsmethode um die Anteile Beleuchtung und Kühlung eine Korrektur hin zum linken Pfad erfolgen. Indem die Wärmeabgabe der Anlagentechnik als Teil der internen Wärmequellen Berücksichtigung findet, lassen sich die Auswirkungen unterschiedlicher Anlagenausführungen auf den Wärmebedarf und besonders auf den Kühlbedarf eines Raumes realitätsnäher beschreiben. Dieser holistische Berechnungsansatz stellt auch die Grundlage der künftigen deutschen Bewertungsmethode nach DIN V 18599 dar.

2 Übersicht über DIN V 18599 deren Teile und Verpflechtungen

Der Ansatz

Die Vornomenreihe DIN V 18599 stellt ein Verfahren zur Bewertung der Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden zur Verfügung, wie sie nach Artikel 3 der Richtlinie über die Gesamteffizienz von Gebäuden (EPBD) ab 2006 in allen Mitgliedsländern der Europäischen Union (EU) gefordert wird.

Die Berechnungen erlauben die Beurteilung aller Energiemengen, die zur bestimmungsgemäßen Heizung, Warmwasserbereitung, raumlufttechnischen Konditionierung und Beleuchtung von Gebäuden notwendig sind (siehe Abb. 1-1). Dabei berücksichtigt DIN V 18599 auch die gegenseitige Beeinflussung von Energieströmen und die daraus resultierenden planerischen Konsequenzen. Neben dem Berechnungsverfahren werden auch nutzungsbezogene Randbedingungen für eine neutrale Bewertung zur Ermittlung des Energiebedarfs angegeben (unabhängig von individuellem Nutzerverhalten und lokalen Klimadaten). Die Vornormenreihe ist geeignet, den langfristigen Energiebedarf für Gebäude oder auch Gebäudeteile zu ermitteln und die Einsatzmöglichkeiten erneuerbarer Energien für Gebäude abzuschätzen. Die normativ dokumentierten Algorithmen sind anwendbar für die energetische Bilanzierung von:

- Wohn- und Nichtwohnbauten;
- Neubauten und Bestandsbauten.

Die mit der Vornormenreihe DIN V 18599 durchgeführte Energiebilanz folgt einem integralen Ansatz, d.h. es erfolgt eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Übersichtlichkeit besteht die Vornormenreihe DIN V 18599 aus zehn Teilen, die einzelne Themenschwerpunkte behandeln.

DIN V 18599-1 – Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger

DIN V 18599-1 liefert einen Überblick über das Vorgehen bei der Berechnung des Nutz-, End-, und Primärenergiebedarfs für die Heizung, Kühlung, Beleuchtung und Warmwasserbereitung für Gebäude. Es werden allgemeine Definitionen bereitgestellt, die übergreifend für alle Teile von DIN V 18599 gelten. Die Bilanzierung folgt dem bewährten Schema von der Nutzenergie über die Endenergie hin zur Primärenergie. Zum ermittelten Nutzenergiebedarf (für Wärme, Kälte, Beleuchtung, Trinkwarmwasser und Befeuchtung) werden die vorhandenen technischen Verluste addiert, um den Endenergiebedarf zu bestimmen. Gegenüber der bisher bekannten Energiebilanzierung anderer Verfahren wird der Endenergiebedarf brennwertbezogen (sonst: heizwertbezogen) ausgegeben. Eine Tabelle zur Umrechnung des Energieinhalts von Energieträgern enthält Anhang B. Die Umrechnung der je Energieträger bilanzierten Endenergie in die Primärenergie zur Bewertung der Umweltwirksamkeit erfolgt mit Primärenergiefaktoren (siehe Anhang A).

Neu ist die Aufteilung eines Gebäudes in Zonen. Dies ist notwendig, um den bei Nichtwohngebäuden hohen Einfluss der Nutzung (siehe DIN V 18599-10) auf den Energiebedarf zu berücksichtigen. Eine Zone ist durch einheitliche Nutzungsrandbedingungen gekennzeichnet. Für jede Zone wird der Nutzenergiebedarf für Heizen (früher Heizwärmebedarf) und Kühlen getrennt bestimmt. Die Versorgungseinrichtungen eines Gebäudes (Heizung, Trinkwarmwasserbereitung, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung) können jedoch von den Zonen abweichende Versorgungsbereiche umfassen. Diese können sich über mehrere Zonen erstrecken (zentrale Heizung für ein Wohn- und Geschäftshaus). Eine Zone kann auch mehrere Versorgungsbereiche umfassen (zwei Arten der Lüftung innerhalb der Zone "Einzelbüros"). DIN V 18599-1 liefert sowohl ein Verfahren, wie die Zonierung eines Gebäudes vorzunehmen ist, als auch Rechenregeln, wie Energiekennwerte (innere Wärmequellen und -senken, technische Verluste) von Versorgungsbereichen auf die Zonen umzulegen sind.

DIN V 18599-2 – Nutzenergiebedarf für Heizen und Kühlen von Gebäudezonen

DIN V 18599-2 bildet mit der Bestimmung des Nutzenergiebedarfs einer Gebäudezone gewissermaßen das Kernstück der Vornormenreihe DIN V 18599. Das monatliche Bilanzverfahren nach DIN V 18599-2 ermöglicht den Einbezug von Kühlung, von raumlufttechnischen Anlagen sowie der Rückkopplung mit haustechnischen Anlagen und gibt somit die Möglichkeit, die Energieeffizienz nicht nur im Wohnbereich, sondern allgemein für Gebäude zu bestimmen. Ergänzend zu der bisherigen Monatsbilanzierung des Heizwärmebedarfs sind in DIN V 18599-2 einige Änderungen aufgenommen, die die Umsetzung der Berechnung für sommerliche Verhältnisse und die Anpassung auf die besonderen Erfordernisse von Nichtwohngebäuden ermöglichen.

Die für DIN V 18599-2 entwickelte Methodik integriert die bestehenden Verfahren zur Ermittlung des Heizenergiebedarfs nach DIN EN 832 bzw. DIN 4108-6, erweitert diese aber um die Ermittlung des Kühlbedarfs und um den Einbezug von raumlufttechnischen Anlagen. Der Einbezug von raumlufttechnischen Anlagen in die energetische Bewertung von Gebäuden erfordert in der Methodik einen neuen Baustein, der die Aufbereitung der Zuluft im Klimagerät bewertet. Eine weitere Neuerung in der energetischen Bewertung des Gebäudes ist die Bestimmung der ungeregelten Wärmeeinträge des Heizsystems in Abhängigkeit vom bestehenden Bedarf und von der Systemauslastung. Gleiches gilt natürlich für Kälteeinträge oder Wärmeeinträge aus dem Kühlsystem. Die Abbildung dieser Rückkopplung wurde bisher immer vermieden; stattdessen wurden die Wärmeeinträge durch Verluste des Heizsystems in der Gebäudebilanz; pauschal vorgegeben.

Durch das Zusammenwirken von bau- und haustechnischen Interessenkreisen an der Erarbeitung der Vornormenreihe DIN V 18599 ist jetzt die Möglichkeit geschaffen worden, die Wärmeeinträge bedarfsorientiert einzubeziehen. Der Heizwärme- und der Kühlbedarf werden zunächst ohne die Wärme- und Kälteeinträge des Heiz- und Kühlsystems in einer überschlägigen Bilanz ermittelt. Abhängig von der Belastung der Heiz- und Kühlkreise können hieraus in ausreichender Genauigkeit die Verluste aus Übergabe, Verteilung und Erzeugung ermittelt werden und der in der Gebäudezone wirksame Anteil ausgewiesen werden. Unter Berücksichtigung dieser Wärme- und Kälteeinträge werden anschließend der Ausnutzungsgrad, der Heizwärmebedarf und der Kühlbedarf endgültig bestimmt.

DIN V 18599-3 – Nutzenergiebedarf für die energetische Luftaufbereitung

DIN V 18599-3 behandelt den Nutzenergiebedarf für das Heizen, Kühlen, Be- und Entfeuchten in zentralen RLT-Anlagen sowie den Energiebedarf für die Luftförderung durch diese Anlagen. Die Bezeichnung Nutzenergiebedarf wird an dieser Stelle verwendet, weil der Energieeinsatz nicht nur der Temperierung von Gebäuden dient, sondern auch der Sicherstellung von Raumluftqualität und Raumluftfeuchte, d. h. erweiterter Nutzungsanforderungen gegenüber der bisher üblichen rein thermischen Betrachtung. Für die Berechnung müssen Grundsätze der Prozessführung bekannt sein. Wesentliche Eingangsgrößen sind:

- die Art und Dimensionierung von Energierückgewinnungsanlagen;
- die Qualität der Feuchteanforderungen;
- die Art des Befeuchtungssystems.

Unter Berücksichtigung dieser Merkmale wurde eine Matrix von sinnvollen Anlagenkombinationen erstellt, die einen Großteil der praktisch vorkommenden Anlagenschaltungen abdecken. Das Berechnungsverfahren basiert auf der Umrechnung von tabellierten Energiebedarfskennwerten für diese Variantenmatrix und darauf aufbauenden, einfachen Interpolationen und Korrekturen, durch die verschiedene Einflüsse berücksichtigt werden können.

DIN V 18599-4 – Nutz- und Endenergiebedarf für Beleuchtung

Die in DIN V 18599-4 zu berücksichtigenden beleuchtungstechnischen Einflüsse umfassen die installierte Anschlussleistung des Beleuchtungssystems, die Tageslichtversorgung, Beleuchtungskontrollsysteme und Nutzungsanforderungen. In Ermangelung geeigneter Bewertungsmodelle wurde das Nachweisverfahren vollständig neu entwickelt. Der Geltungsbereich umfasst ausschließlich die Beleuchtung zur Erfüllung der Sehaufgabe in Nichtwohngebäuden. Dekorative Beleuchtung wird nicht berücksichtigt. Die künstliche Beleuchtung wirkt als Wärmequelle in der thermischen Zonenbilanz. Die Wärmegewinne fließen auf monatlicher Basis in das in DIN V 18599-2 beschriebene thermische Modell ein. Im Winter sind sie zur Herabsetzung des Heizwärmebedarfs nutzbar; im Sommer können sie dagegen die Überhitzungsgefahr und damit den Energiebedarf für Kühlung vergrößern.

Der Energiebedarf für Beleuchtungszwecke wird in jedem zu betrachtenden Berechnungsbereich als Produkt aus elektrischer Anschlussleistung (im Verfahren als elektrische Bewertungsleistung bezeichnet, um dies auch begrifflich von der eigentlichen elektrotechnischen Lastauslegung der Beleuchtungsstromkreise zu trennen) und einer effektiven Betriebszeit der Kunstlichtanlage ermittelt. Die effektiven Betriebszeiten berücksichtigen, ausgehend von der Gesamtbetriebszeit der Beleuchtungsanlage, das energetische Einsparpotential aufgrund der Tageslichtnutzung und einer eventuellen Abwesenheit der Nutzer in den jeweils betrachteten Bereichen. Das Energieeinsparpotential durch Tageslicht findet in einem dreistufigen Verfahren Eingang in die Bewertung. Das Verfahren berücksichtigt darüber hinaus tageslichtabhängige und präsenzabhängige Beleuchtungskontrollsysteme.

DIN V 18599-5 – Endenergiebedarf von Heizsystemen

DIN V 18599-5 liefert ein Verfahren zur energetischen Bewertung von Heizsystemen. Bei der Erarbeitung konnte von der vorhandenen Methodik in DIN V 4701-10 ausgegangen werden. So sind die anlagentechnischen Bilanzierungsabschnitte Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung beibehalten worden. Der Anwendungsbereich von DIN V 18599-5 ist jedoch wesentlich weiter gefasst; es gibt praktisch keine Einschränkungen bezüglich der Gebäudenutzung oder des bauseitigen Heizwärmebedarfs. Die Anwendbarkeit für den Bestand macht die Aufnahme von Standardwerten für ältere Heizsysteme erforderlich, wie z.B. energetische Kennwerte von Altkesseln oder U-Werte bestehender Verteilungsleitungen. Neuland wird bei der Bilanzierung der inneren Wärmegewinne in DIN V 18599-5 beschritten.

Die Wärmeverluste von Anlagenkomponenten innerhalb der thermischen Hülle des Gebäudes werden nicht mehr pauschal verringert, sondern in einem iterativen Verfahren in die Zonenbilanz eingebunden. Wesentliche Änderungen ergeben sich für die Wärmeübergabe. Das Berechnungsverfahren für diesen Bilanzabschnitt ist umfangreich und liefert generell höhere Verlustgrößen als bisher bekannt. DIN V 18599-5 berücksichtigt dabei Arbeiten im Rahmen von europäischen Normungsvorhaben, die in relevanten Normen des CEN/TC 228 münden sollen. Die neuen Verfahren zur Bewertung von Kesseln, Wärmepumpen und thermischen Solarsystemen bauen ebenfalls auf europäischen Norm-Entwürfen auf. Wärmeverluste von Heizkesseln werden in DIN V 18599-5 brennwertbezogen ausgewiesen. Monatliche Kenngrößen werden über Belastungsgrade bestimmt. Das enthaltene neue Verfahren zur Ermittlung des Stromaufwandes von Umwälzpumpen gestattet eine bessere Bewertung des Energiesparpotenzials moderner Heizungspumpen.

DIN V 18599-6 – Endenergiebedarf von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen für den Wohnungsbau

DIN V 18599-6 legt ein Verfahren zur energetischen Bewertung für Wohnungslüftungsanlagen mit und ohne Wärmerückgewinnung sowie Luftheizungsanlagen in den einzelnen zu bewertenden Prozessbereichen für Wohngebäude fest. Das Bewertungsver-

fahren gilt gleichermaßen für neu zu errichtende Gebäude als auch für bestehende Gebäude bzw. Baumaßnahmen im Bestand. Nicht Bestandteil von DIN V 18599-6 ist die Beschreibung und Bewertung von Systemen zur Kühlung und Klimatisierung im Wohnungsbau sowie von Lüftungssystemen in Nichtwohngebäuden. Solche Systeme sind in DIN V 18599-7 beschrieben.

Grundlage für die Erarbeitung des Bewertungsverfahrens des Bilanzablaufes in DIN V 18599-6 waren die Ansätze des bereits vorhandenen Bewertungsverfahrens zur Wohnungslüftung in den Prozessbereichen Übergabe, Verteilung, Speicherung und Wärmeerzeugung nach DIN V 4701-10. Für die Berechnung von Wohnungslüftungsanlagen und Luftheizungsanlagen mit kombinierter Wärmeversorgung (z.B. Abluft-Zuluft-Wärmepumpe mit und ohne WÜT in Verbindung mit einer Gas-, Öl- oder Elektro-Heizung) sind Berechnungsverfahren für

- Abluft- Zuluft- Wärmeübertrager (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft),
- Abluft- Zuluft- Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft),
- Abluft- Wasser- Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Wasser),
- Abluft- Zuluft/Wasser-Wärmepumpen (Quelle: Abluft, Senke: Zuluft, Wasser),

in DIN V 18599-6 enthalten. Luftheizungsanlagen, bei denen die Wärmezufuhr vollständig durch Luft als Wärmeträger erfolgt und die ohne wasserführendes Nachheizregister betrieben werden, werden vollständig in DIN V 18599-6 abgebildet. Luftheizungsanlagen mit wasserführenden Nachheizregistern werden luftseitig in DIN V 18599-6 und wasserseitig in DIN V 18599-5 bewertet.

DIN V 18599-7 – Endenergiebedarf von Raumlufttechnik- und Klimakältesystemen für den Nichtwohnungsbau

DIN V 18599-7 beschreibt die Berechnung des Endenergiebedarfs für die Raumlufttechnik und Klimakälteerzeugung. Ausgehend vom Nutzenergiebedarf für die Raumkühlung (siehe DIN V 18599-2) und der Außenluftaufbereitung (siehe DIN V 18599-3) werden Übergabe- und Verteilverluste für die Raumkühlung und RLT-Kühlung und RLT-Heizung berechnet und Randbedingungen für die Komponenten der Raumlufttechnik definiert.

Aufgrund der außerordentlich großen System- und Komponentenvielfalt bei der Lüftung und Klimatisierung wurde die Bewertung der Systeme in den Vordergrund gestellt. Dies ist für den Nichtwohnbereich ein angemessenes Verfahren, da in diesem Bereich zum Zeitpunkt der Genehmigungsplanung keine konkreten Produktdaten vorliegen, sondern bestenfalls eine Vorstellung über das zu installierende System existiert. Diese Vorgehensweise ist auch insofern angemessen, da der Energiebedarf im Nichtwohnbereich wesentlich durch die geplanten Systeme und Betriebsparameter und weniger durch die konkreten Produkte beeinflusst wird. Der Elektroenergiebedarf für die Kühl- und Kaltwasserverteilung hat aufgrund der gegenüber der Heizungstechnik geringeren Temperaturdifferenzen und sensibleren Bemessung einen relativ großen Stellenwert. Deshalb wurde in DIN V 18599-7 auf der Grundlage des Verfahrens nach DIN V 18599-5 ein etwas detaillierteres Verfahren beschrieben, mit dem die wesentlichen Einflussparameter berücksichtigt werden können. Auch ist die Berechnung individueller Netze möglich und die verfügbaren Regelkonzepte können abgebildet werden.

Die Berechnung der erforderlichen Endenergie für die Klimakälte erfolgt anhand spezifischer technologie- und nutzungsabhängiger Kennwerte, die tabellarisch zusammengestellt sind. Grundlage für dieses Kennwerteverfahren bilden die Nennkälteleistungszahl (EER) und ein mittlerer Teillastfaktor (PLVav) auf der Basis stündlicher Berechnungen des Teillastverhaltens typischer Kälteerzeuger. Für die Bewertung von Dampfbefeuchtungssystemen werden Kennwerte für die einfache Berechnung der Endenergie, in Abhängigkeit der Art der Dampferzeugung, angegeben, die die wesentlichen Aufwände für Abschlämmung und Verteilverluste beinhalten.

DIN V 18599-8 – Nutz- und Endenergiebedarf von Warmwasserbereitungssystemen

DIN V 18599-8 liefert ein Verfahren zur energetischen Bewertung von Warmwassersystemen. Bei der Erarbeitung dieses Dokuments konnte man (ebenso wie bei den Heizsystemen) auf der vorhandenen Methodik nach DIN V 4701-10 aufbauen. Das betrifft sowohl die warmwasserseitigen Bilanzierungsabschnitte Übergabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung als auch einen wesentlichen Teil der Berechnungsalgorithmen. DIN V 18599-8 gestattet eine energetische Bewertung aller typischen Systeme zur Trinkwassererwärmung im Neubau und im Gebäudebestand. Es können zentrale und dezentrale Warmwasserversorgungsanlagen auf der Basis von fossilen Brennstoffen, Strom, Fernwärme oder regenerativen Energieträgern abgebildet werden.

DIN V 18599-9 – End- und Primärenergiebedarf von Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen

DIN V 18599-9 liefert ein Verfahren zur Berechnung des Endenergieaufwands für Kraft-Wärme-gekoppelte Systeme (z.B. BHKW), die als Wärmeerzeuger innerhalb eines Gebäudes zur Wärmeerzeugung eingesetzt werden. Dabei werden die Verluste sowie die Hilfsenergieaufwendungen des Prozessbereiches Wärmeerzeugung ermittelt und für die weitere Berechnung in DIN V 18599-1 zur Verfügung gestellt. Damit können die in DIN V 18599-9 abgebildeten KWK-Systeme die Aufwendungen für Wärmeerzeuger aus DIN V 18599-5 bis DIN V 18599-8 ersetzen oder zumindest als zusätzlicher Wärmeerzeuger beeinflussen. Eine Kopplung mit den anderen Teilen der Vornormenreihe erfolgt jeweils über DIN V 18 599-1.

Die Spezifik des Berechnungsverfahrens nach DIN V 18599-9 besteht darin, dass bei der gleichzeitigen, voneinander abhängigen Erzeugung von elektrischem Strom und Wärme (Kraft-Wärme-Kopplung, KWK) derjenige Endenergieaufwand ermittelt werden muss, der der Wärmeerzeugung zuzurechnen ist. Der im KWK-System erzeugte Strom wird dazu unter Berücksichtigung der Primärenergiefaktoren für elektrischen Strom und den verwendeten Endenergieträger von dem gesamten Endenergieaufwand abgezogen. Für die Berechnung werden die Erzeugernutzwärmeabgabe nach DIN V 18599-5 sowie die Leistungsdaten der verwendeten Geräte und Apparate benötigt. Diese Daten können entsprechend DIN V 18599-9 oder entsprechend den zitierten Normen einfach gemessen oder berechnet werden. Das Ergebnis der Berechnung nach DIN V 18599-9 ist der anrechenbare Endenergieaufwand, der für die Bestimmung des Primärenergieaufwands nach DIN V 18599-1 erforderlich ist.

DIN V 18599-10 – Nutzungsrandbedingungen, Klimadaten

In DIN V 18599-10 werden Randbedingungen für Wohn- und Nichtwohngebäude sowie Klimadaten für das Referenzklima Deutschland zur Verfügung gestellt. Die aufgeführten Nutzungsrandbedingungen können als Grundlage für den öffentlich-rechtlichen Nachweis herangezogen werden und bieten darüber hinaus Informationen für Anwendungen im Rahmen der Energieberatung.

Für Wohngebäude werden u. a. die Randbedingungen Raum-Solltemperatur, interne Wärmegewinne, Nutzungszeiten, Nutzwärmebedarf Trinkwarmwasser und Luftwechsel aufgeführt. Die Nutzungsrandbedingungen für die energetische Bewertung von Nichtwohngebäuden sind erstmals in einer Norm in umfangreichem Maße zusammengestellt. In einer Tabelle werden Richtwerte der Nutzungsrandbedingungen für insgesamt 33 Nutzungen aufgeführt. Die Gliederung der Tabelle sieht die Angabe von Nutzungs- und Betriebszeiten sowie Nutzungsrandbedingungen zu Beleuchtung, Raumklima und Wärmequellen vor. Nutzungsrandbedingungen, die für alle

Nichtwohngebäude gleich angesetzt werden, sind u. a. die Raum-Solltemperatur für den Heiz- und Kühlfall, die Auslegungstemperaturen für Heizung und Kühlung und die Temperaturabsenkung für reduzierten Betrieb. Weiterhin sind für eine Auswahl von Nutzungen Richtwerte des Nutzenergiebedarfs für Trinkwarmwasser zusammengestellt.

In einem informativen Anhang ist ein Näherungsverfahren für die Berechnung der Tag- und Nachtstunden (für die Ermittlung des Energiebedarfs für Beleuchtung nach DIN V 18599-4) aufgenommen. Das Verfahren kann zur Bestimmung der Tag- und Nachtstunden für abweichende Betriebszeiten oder für nicht in DIN V 18599-10 behandelte Nutzungen herangezogen werden.

DIN V 18599 im internationalen Vergleich

Die Vornormenreihe DIN V 18599 wurde so angelegt, dass die im Rahmen der Umsetzung der EPBD von der EU Kommission beauftragten Europäische Normen bereits Berücksichtigung gefunden haben. Dies konnte erreicht werden, indem in allen relevanten europäischen Normungsgremien ein Delegierter aus dem Gemeinschaftsausschuss mitarbeitet und dafür Sorge trägt, dass die in der Vornormenreihe DIN V 18599 dokumentierten Algorithmen auch in den entsprechenden europäischen Norm-Entwürfen berücksichtigt werden. Im Gegensatz zu den derzeit in der Kommentierung befindlichen über 40 europäischen Norm-Entwürfen ist es mit diesen Regeln des DIN gelungen, ein in sich abgestimmtes Vornormenpaket zu entwickeln. Es ist beabsichtigt, die Vornormenreihe DIN V 18599 kurzfristig ins Englische zu übersetzen und sie auch für andere Länder als Vorlagen vorzuschlagen. Da viele Länder noch nicht über vergleichbare Verfahren verfügen, besteht hierdurch die berechtigte Hoffnung, analoge Ansätze in vielen Mitgliedsländern der EU wiederzufinden.

3 Grundsätzliches Vorgehen bei der energetischen Bilanzierung

Die energetische Bilanzierung eines Gebäudes mit seiner Anlagentechnik kann je nach Aufgabenstellung (z. B. öffentlich-rechtlicher Nachweis, Energieberatung usw.) einen unterschiedlichen Umfang haben. So kann bei der Energieberatung die Bilanz des Energiebedarfs auf bestimmte Bereiche (z. B. Heizung, Be- und Entlüftung, Klimatisierung, Trinkwarmwasserbereitung, Beleuchtung usw.) begrenzt werden. Für den öffentlich-rechtlichen Nachweis des Energiebedarfs ist der Bilanzumfang fest vorgegeben und umfasst für Nicht-Wohngebäude alle für die Konditionierung notwendigen Bau- und Energiesyteme. Bei Wohngebäuden wird derzeit die Bilanzierung auf die Systeme zur Beheizung, Belüftung und zur Warmwasserbereitung begrenzt.

3.1 Der Bilanzraum

Die Energiebilanz eines konditionierten Gebäudes sollte eine gemeinschaftliche Bewertung des Baukörpers, der Nutzung und der Anlagentechnik unter Berücksichtigung der gegenseitigen Wechselwirkungen umfassen, das bedeutet die Energieaufwendungen für

- die Heizung;
- die Lüftung;
- die Klimatisierung (einschließlich Kühlung und Befeuchtung);
- die Trinkwarmwasserversorgung;
- die Beleuchtung

von Gebäuden einschließlich der Stromaufwendungen (Hilfsenergien), die unmittelbar für die Energieversorgung erforderlich sind. Bild 1-4 gibt einen Überblick über die Abfolge der Bilanzschritte sowie die Verknüpfung der einzelnen Teile der DIN V 18599 bei der Bilanz.

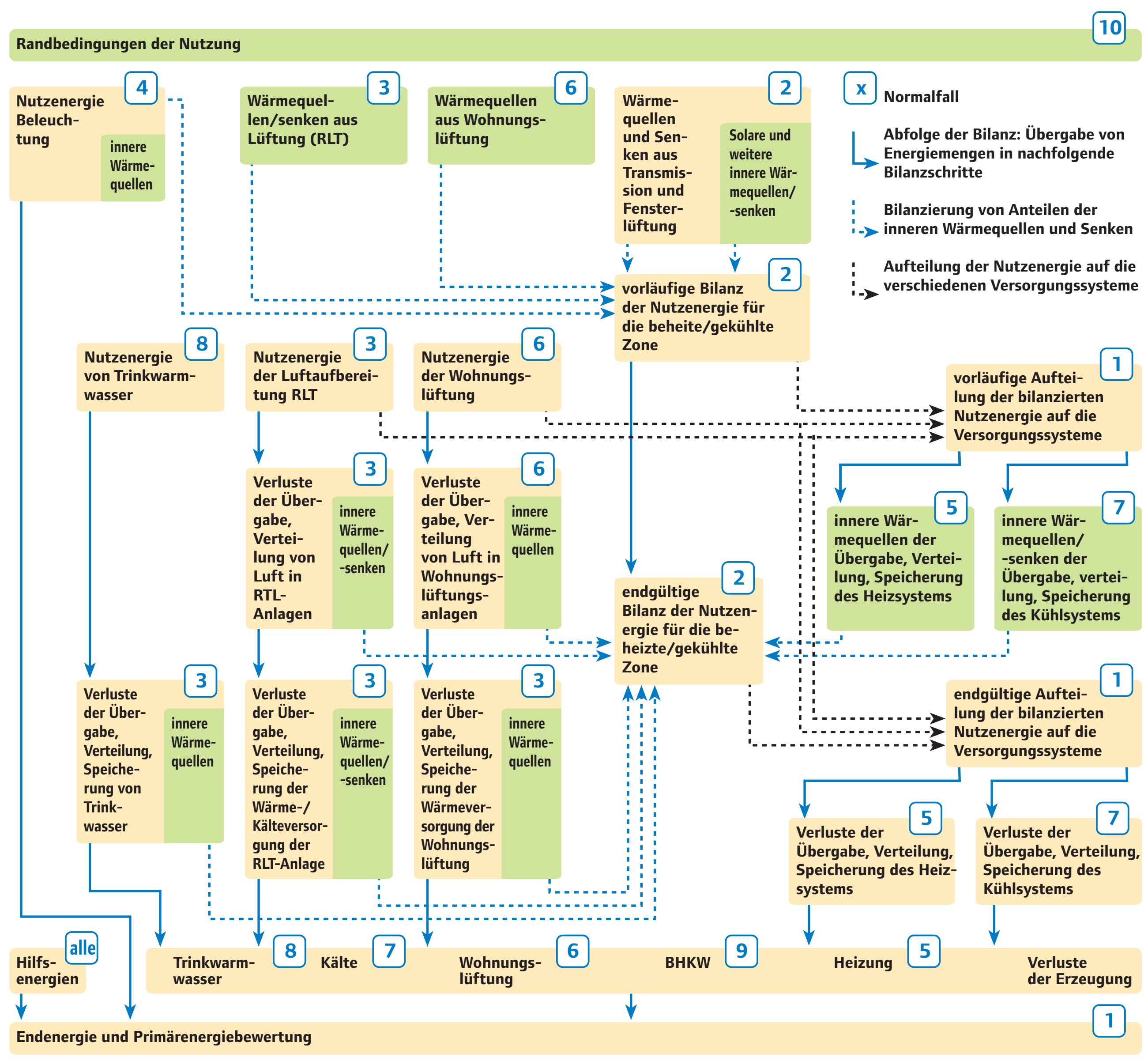


Abb. 1-4: Verknüpfung der Bilanzanteile und deren gegenseitigen Interaktionen, wie sie in DIN V 18599 umgesetzt wurde. Die Zahlen geben die Normteile wieder, in denen die Bilanzanteile dokumentiert sind (Quelle: Beuth-Verlag).

3.2 Strukturierung des Gebäudemodells

Für die Berechnung des Energiebedarfs kann es gegebenenfalls erforderlich sein, das Gebäude in Zonen zu unterteilen. Der Energiebedarf des Gebäudes ergibt sich aus der Summe des Energiebedarfs aller Gebäudezonen. Eine Zone umfasst die Räume bzw. den Grundflächenanteil eines Gebäudes, die/der durch einheitliche Nutzungsrandbedingungen (Temperatur, Lüftung, Beleuchtung) gekennzeichnet sind bzw. ist. Sie weist mindestens eine Art der Konditionierung (Heizung, Kühlung, Be- und Entlüftung, Befeuchtung, Beleuchtung und Trinkwarmwasserversorgung) auf. Für jede konditionierte Zone muss, sofern sie beheizt und/oder gekühlt wird, der Nutzenergiebedarf für Heizung und Kühlung getrennt bestimmt werden. Bei hohem Luftwechsel zwischen verschiedenen Räumen oder Raumgruppen des Gebäudes sind diese grundsätzlich in einer Gebäudezone zusammenzufassen und eine gemeinsame Bilanz des Nutzwärme/-kältebedarfs zu erstellen.

Neben der nutzungsspezifischen Zonierung ist auch noch eine anlagenspezifische Zuordnung vorzunehmen. Dies erfolgt in Form von Versorgungsbereichen. Ein Versorgungsbereich (Heizung, Warmwasser, Lüftung, Kühlung, Beleuchtung usw.) umfasst die Gebäudeteile, die von der gleichen Technik versorgt werden. Ein Versorgungsbereich kann sich über mehrere Zonen erstrecken; eine Zone kann auch mehrere Versorgungsbereiche umfassen. Die Zonen und die in den Berechnungen der einzelnen Technischen Gewerke verwendeten Versorgungsbereiche können voneinander abweichen. Für die Zuordnung der einzelnen gewerkspezifischen Bilanzanteile zu den Zonen gelten dann folgende Regeln:.

- Umfasst ein Versorgungsbereich mehr als eine Zone, oder verläuft die Grenzlinie einer Zone durch einen Versorgungsbereich, so ist der Energiebedarf, bzw. die Energieabgabe (Verluste) auf die einzelnen Zonen aufzuteilen.
- Wird eine Zone in mehrere Versorgungsbereiche untergliedert, so ergibt sich der Energiebedarf der Zone als Summe des Energiebedarfs der innerhalb der Zone befindlichen Teilnettogrundflächen aller Versorgungsbereiche.

3.3 Die Bilanzierungsschritte

Die Bilanzierungsschritte unter Berücksichtigung des integralen Ansatzes, ergeben sich in folgender Reihenfolge:

1. Feststellen der Nutzungsrandbedingungen und gegebenenfalls Zonierung des Gebäudes nach Nutzungsarten, Bauphysik, Anlagentechnik einschließlich Beleuchtung.

2. Zusammenstellung der notwendigen Eingangsdaten für die Bilanzierung der Gebäudezonen (Flächen, bauphysikalische Kennwerte, anlagentechnische Kennwerte, auch Zulufttemperatur und Luftwechsel für geplanten Lüftungssysteme).

3. Ermittlung des Nutzenergiebedarfs und Endenergiebedarfs für die Beleuchtung sowie Fetslegung der hieraus resultierenden Wärmequellen für die Zone.

4. Ermittlung der Wärmequellen/-senken durch mechanische Lüftungssysteme in der Zone.

5. Bestimmung der Wärmequellen/-senken aus Personen, Geräten und Prozessen (ohne Anlagentechnik) in der Zone.

6. Erste (überschlägige) Bilanzierung des Nutzwärme/-kältebedarfs der Zone (getrennt für Nutzungstage und Nichtnutzungstage) unter Berücksichtigung der zuvor ermittelten Wärmequellen/-senken.

7. Aufteilung der (überschlägig) bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme (RLT-System, Wohnungslüftung, Heiz- und Kühlsystem nach DIN V 18599-5 und DIN V 18599-7) der Zone.

8. Ermittlung der auftretenden Wärmequellen durch die Heizung in der Zone (Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls Erzeugung in der Zone) anhand des überschlägigen Nutzwärmebedarfs der Zone.

9. Ermittlung der auftretenden Wärmequellen/-senken durch die Kühlung in der Zone (Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls

Erzeugung in der Zone) anhand des überschlägigen Nutzkältebedarfs der Zone.

10. Ermittlung der auftretenden Wärmequellen durch die Trinkwarmwasserbereitung in der Zone (Verteilung, Speicherung, gegebenenfalls Erzeugung in der Zone) anhand des Trinkwarmwasserbedarfs der Zone.

11. Bilanzierung des Nutzwärme/-kältebedarfs der Zone (getrennt für Nutzungstage und Nichtnutzungstage) unter zusätzlicher Berücksichtigung der zuvor ermittelten, in der Zone anfallenden Wärmequellen/-senken aus Heizung, Kühlung und Trinkwarmwasserbereitung. Die Iteration mit den Schritten 7) bis 11) sind solange zu wiederholen, bis zwei aufeinanderfolgende Ergebnisse für den Nutzwärmebedarf und den Nutzkältebedarf sich jeweils um nicht mehr als eine festzulegende Differenz voneinander unterscheiden. Zur Sicherstellung einer möglichst guten Genauigkeit sollte die Ergebnisdifferenz 1% nicht überschreiten.

12. Ermittlung des Nutzenergiebedarfs für die Luftaufbereitung und gegebenenfalls Saldierung des Nutzkühlbedarfs der Zonen (VVS-Anlagen) inklusive der erforderlichen Hilfsenergie für die Luftförderung.

13. Endgültige Aufteilung der bilanzierten Nutzenergie auf die Versorgungssysteme (RLT-System, Wohnungslüftung, Heiz- und Kühlsystem).

14. Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung sowie der erforderlichen Hilfsenergien für die Heizung (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers).

15. Ermittlung der Verluste für Übergabe und Verteilung für die luftführenden Systeme.

16. Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung sowie der erforderlichen Hilfsenergien für die Wärmeversorgung der RLT-Anlagen (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers).

17. Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung sowie der erforderlichen Hilfsenergien für die Kälteversorgung (Nutzkälteabgabe des Erzeugers).

18. Ermittlung der Verluste der Übergabe, Verteilung und Speicherung sowie der erforderlichen Hilfsenergien für die Trinkwarmwasserbereitung (Nutzwärmeabgabe des Erzeugers).

19. Aufteilung der notwendigen Nutzwärmeabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme.

20. Aufteilung der notwendigen Nutzkälteabgabe aller Erzeuger auf die unterschiedlichen Erzeugungssysteme.

21. Ermittlung der Verluste bei der Erzeugung von Kälte inklusive der energetischen Aufwendungen für die Rückkühlsysteme sowie der erforderlichen Hilfsenergien.

22. Ermittlung der Verluste bei der Erzeugung und Bereitstellung von Dampf für die Luftaufbereitung sowie der erforderlichen Hilfsenergien.

23. Ermittlung der Verluste bei der Erzeugung von Wärme in Heiz- und Trinkwasserwärmeerzeugern, Wohnungslüftungsanlagen, BHKW´s u. ä. und ggf. aus der Abwärme der Kältemaschinen sowie der erforderlichen Hilfsenergien.

24. Zusammenstellung aller ermittelten Hilfsenergien (z. B. Aufwand für Lufttransport, Pumpen, Regelung, etc.).

25. Zusammenstellung der erforderlichen Endenergien für die Heizung, Kühlung, Lüftung, Warmwasserbereitung und Beleuchtung inklusive der erforderlichen Hilfsenergien und Zuordnung zu den unterschiedlich verwendeten Energieträgern.

26. Primärenergetische Bewertung der energieträgerbezogenen Endenergieaufwendungen

3.4 Bilanz der Nutzenergie

Zur Beschreibung des nutzungsspezifischen Gebäudeenergiebedarfs sind also für alle Technischen Gewerke die Nutzenergien zu bestimmen, die unmittelbar aus den Nutzungsprofilen resultieren. Unter den Nutzenergien sind zu verstehen:

- Nutzenergie für die Beleuchtung, d. h. die Energiemenge (Strom), die zur ausreichenden Beleuchtung des Gebäudes bzw. der Gebäudezone aufgewendet werden muss;
- Nutzenergie für die Trinkwarmwasserbereitung, d. h. die Energiemenge, die im gezapften Trinkwarmwasser des Gebäudes bzw. der Gebäudezone enthalten ist (ausgehend von der Kaltwassertemperatur als Bezugsgröße);
- Nutzwärmebedarf (Heizwärmebedarf), d. h. die Wärmemenge, die dem Gebäude bzw. der Gebäudezone (bedarfs-) geregelt zugeführt wird, um die vorgegebene Sollinnentemperatur einzuhalten;
- Nutzkältebedarf (Kühlbedarf), d. h. die Kälteeinträge, die dem Gebäude bzw. der Gebäudezone (bedarfs-)geregelt zugeführt werden, um die vorgegebene Sollinnentemperatur einzuhalten;
- Nutzenergie für die Luftaufbereitung, d. h. die Energiemenge, die zum Erwärmen, Kühlen, Befeuchten und Entfeuchten der Luft in einer raumlufttechnischen Anlage zu- bzw. abgeführt werden muss, um den erforderlichen Zuluftzustand zu erreichen. Grundsätzlich umfasst die Luftaufbereitung dabei die Aufbereitung der Außenluft bis zu einem vorgegebenen Zuluftzustand, der nicht abhängig vom momentanen Bedarf in der Gebäudezone geregelt ist (Klimazentrale).

Der bilanzierte Nutzwärme- und Nutzkältebedarf in der Gebäudezone ist der über Nacherwärmung/Nachkühlung der Luft, über Erhöhung der Luftmenge oder über andere Heiz- oder Kühlsysteme zu deckende Bedarf, welcher der Einhaltung der Sollinnentemperatur dient. Bei Gebäuden mit raumlufttechnischen Anlagen werden der berechnete Nutzwärme- und Nutzkältebedarf in der Gebäudezone je nach Art des Anlagensystems verschiedenen Komponenten des Heiz- und Kühlsystems zugeordnet. Der Nutzwärme- und Nutzkältebedarf wird somit auf mehrere Versorgungssysteme aufgeteilt (Beispiel: Kühlung über Raumlufttechnische Anlage und Kühldecke). Eine Aufteilung des Nutzwärme- und Nutzkältebedarfs kann auch bei Gebäuden oder Gebäudezonen erfolgen, die keine Raumlufttechnische Anlage aufweisen, wenn parallel verschiedene Heiz- und Kühlsysteme vorhanden sind (Beispiel: Heizung über Fußbodenheizung und Heizkörperheizung).

Die energetischen Effizienz der eingesetzten Anlagentechniken zur Deckung des erforderlichen Nutzenergiebedarfs ergibt sich durch die Verhältnisbildung von Nutzenergiebedarf zu Endenergiebedarf der jeweiligen Konditionierungsaufgabe. Die umweltbezogene Effizienz der eingesetzten Anlagentechniken ergibt sich durch die Verhältnisbildung von Nutzenergiebedarf zu Primärenergiebedarf dergleichen.

Nutzenergie für Beleuchtung

Die Nutzenergie für die Beleuchtung $Q_{l,b}$ ist die Energiemenge, die zur ausreichenden Beleuchtung des Gebäudes bzw. der Gebäudezone aufgewendet werden muss. Bilanzraum ist die Zone, in der Anforderungen an die Beleuchtung gestellt werden. Zusätzliche Aufwendungen, die nicht unmittelbar mit der Aufgabe der Beleuchtung zusammenhängen, wie z. B. Energieaufwendungen für die Regelung, zählen nicht zur Nutzenergie. Die Nutzenergie der Beleuchtung wird in voller Höhe als innere Wärmequelle wirksam, es sei denn es werden Abluftleuchten verwendet. Die hiermit anfallende innere Wärmequelle muss daher gesondert berechnet werden, für alle anderen Beleuchtungssysteme entspricht die Nutzenergie der anfallenden internen Wärmequelle.

Nutzenergie für Trinkwarmwasser

Die Nutzenergie für die Trinkwarmwasserbereitung $Q_{w,b}$ ist die Energiemenge, die im genutzten (d. h. gezapften) Trinkwarmwasser innerhalb des Gebäudes bzw. der Gebäudezone enthalten ist. Ausgehend von der Kaltwassertemperatur als Bezugsgröße, der Zapftemperatur sowie der gezapften Wassermenge, wird die Nutzenergie bestimmt.

Nutzenergie für Heizwärme und Kühlbedarf einer Zone

Zur Bilanzierung des Nutzwärmebedarfs (Heizwärmebedarf) und des Nutzkältebedarfs (Kühlbedarf) in der Gebäudezone sind alle Wärmequellen und Wärmesenken zu bestimmen, welche die Energiebilanz des Gebäudes bzw. der betroffenen Gebäudezone beeinflussen. Wärmequellen und Wärmesenken beschreiben Energiezu- und Abflüsse, die nicht direkt über das Heiz- und Kühlsystem zum Zwecke der Temperaturregelung dem Raum zugeführt werden. Sie lassen sich in die folgenden vier Kategorien zusammenfassen:

1. Es werden Transmissionswärmeströme über opake und transparente Bauteilflächen bilanziert.

2. Es werden Lüftungswärmeströme bilanziert, die sich durch geöffnete Fenster (Nutzereingriff) und Fugenlüftung (Infiltration) ergeben. Weiterhin zählen auch die Energieströme zu den Wärmequellen/-senken, die nicht (bedarfs-) geregelt über die mechanische Zuluftzufuhr im Raum wirksam werden. Hierunter sind Wärmeströme zu verstehen, die unabhängig vom Heiz- oder Kühlbedarf in den Raum eingetragen werden (z. B. der Zuluftstrom aus einer Wärmerückgewinnungsanlage oder aus einer Luftaufbereitungsanlage mit vorgegebener fester Zulufttemperatur).

3. Unter den solaren Fremdwärmemengen/-kältemengen sind Energiemengen zu verstehen, die über opake oder transparente Bauteile im Gebäude bzw. in der beheizten Gebäudezone eintreffen.

4. Zu den inneren Wärmequellen/-senken zählen alle Wärme-/Kälteeinträge, die innerhalb des Gebäudes bzw. der Gebäudezone entstehen. Dies sind die Abwärmemengen aus der Beleuchtung, von Personen und elektrischen Geräten. Im Nichtwohnbau können auch Wärme-/Kälteeinträge aus Güter- oder Stoffströmen sowie Maschinen und Geräten auftreten. Darüber hinaus trägt auch die Anlagentechnik selbst zu den inneren Fremdwärme-/Kälteeinträgen bei. Dies sind Energiemengen, die aus dem Heizsystem, dem Kühlsystem, dem raumlufttechnischen System und dem Trinkwarmwassersystem über Verteilleitungen, Speicher usw. abgegeben werden.

Ein Teil der inneren Fremdwärme aus der Anlagentechnik kann erst berechnet werden, wenn die Anlagenauslastung bekannt ist. Diese ergibt sich aber in der Abfolge der Bilanz erst, wenn die notwendige, dem Gebäude bzw. der Gebäudezone zuzuführende Nutzwärme für Heizung und Kühlung bekannt ist. Die Nutzwärme ist wiederum ein Ergebnis der Gegenüberstellung von Wärmequellen und -senken für das Gebäude bzw. die Gebäudezone. Daher ist die Berechnung iterativ durchzuführen. Hierbei erfolgt im ersten Schritt die Zusammenstellung der folgenden Wärmequellen und -senken:

- Transmission: Q_T
- Lüftung: $Q_{V,inf}$, $Q_{V,win}$, $Q_{V,mech}$
- Passive solare Wärmequellen: $Q_{S,trans}$, $Q_{S,op}$
- Innere Wärmequellen/-senken (ohne Anlagentechnik): $Q_{I,fac}$, $Q_{I,goods}$, $Q_{I,p}$, $Q_{I,el}$
- Innere Wärmequellen aus Beleuchtung: $Q_{I,l}$

Anhand der genannten Bilanzposten wird dann ohne die Berücksichtigung der Wärmequellen/-senken aus Heizung/Kühlung/Lüftung eine überschlägige Nutzenergie (überschlägige Anlagenauslastung) unter Berücksichtigung eines Ausnutzungsgrades für die anfallenden Wärmegewinne bestimmt. In allen weiteren Iterationsschritten werden die restlichen inneren Wärmequellen/-senken ebenfalls ermittelt:

- Innere Wärmequellen (Trinkwarmwassersystem): $Q_{I,w}$
- Innere Wärmequellen/-senken (RLT luftseitig): $Q_{I,vh}$, $Q_{I,vc}$
- Innere Wärmequellen/-senken (Wohnungslüftung): $Q_{I,rv}$
- Innere Wärmequellen aus der Wärme-/Kälteversorgung der Raumlufttechnik: Q_{I,h^*}, Q_{I,c^*}, Q_{I,m^*}
- Innere Wärmequellen aus dem Heizungssystem: $Q_{I,h}$
- Innere Wärmequellen aus dem Kühlsystem: $Q_{I,c}$

Die Iteration wird abgebrochen, wenn eine vorgegebene Genauigkeitsgrenze unterschritten ist.

Die Nutzenergien einer Zone ergeben sich so zu:

$$Q_{h,b} = Q_{sink} - \eta \cdot Q_{source}$$

mit

$Q_{h,b}$ der Nutzwärmebedarf (Heizwärmebedarf) in der Gebäudezone;
Q_{sink} die Summe aller Wärmesenken in der Gebäudezone;
Q_{source} die Summe aller Wärmequellen in der Gebäudezone;
η der Ausnutzungsgrad der Wärmequellen.

sowie

$$Q_{c,b} = (1 - \eta) \cdot Q_{source}$$

mit

$Q_{c,b}$ der Nutzkältebedarf (Kühlbedarf) in der Gebäudezone;
Q_{source} die Summe aller Wärmequellen in der Gebäudezone;
η der Ausnutzungsgrad der Wärmequellen.

Die berechneten Nutzenergiemengen müssen dem Gebäude bzw. der beheizten/gekühlten Gebäudezone geregelt (als reiner Energiestrom oder über einen Luftstrom als Energieträger) zugeführt werden. Die Bilanz der Nutzwärme/-kälte wird im folgenden Kapitel detailliert behandelt.

Aufteilung des Nutzwärme/-kältebedarfs auf mehrere Versorgungssysteme

Wird der Gebäudezone oder dem Gebäude die Nutzenergie über mehr als ein Versorgungssystem zugeführt, ist sie entsprechend auf die Systeme zu verteilen. Die Summe aller Versorgungssysteme muss den gesamten Nutzenergiebedarf decken. Die Aufteilung kann auf mehrere raumlufttechnische Anlagen, auf mehrere Heizungs- und Kühlsysteme sowie auf kombinierte Versorgung mit Heizung oder Kälte und Raumlufttechnik erfolgen.

Ein Heizfallbeispiel für ein solches System ist die Beheizung eines Bürogebäudes über einen temperierten Luftstrom (Nacherwärmung der Zuluft) sowie statischen Heizflächen. Die Aufteilung erfolgt hier auf eine raumlufttechnische Anlage und eine Heizungsanlage.

Ein Kühlfallbeispiel für ein solches System ist die Kühlung eines Bürogebäudes über eine Kühldecke und zusätzliche Konverter in der Gebäudezone. Die Aufteilung erfolgt hier auf eine raumlufttechnische Anlage und eine Kühlanlage.

Nutzenergie der Luftaufbereitung und Wohnungslüftung

Die Aufbereitung der Außenluft bis zu einem durch Temperatur und Feuchtebereich gegebenen Zustand der Zuluft wird durch eine Reihe von Anlagenkomponenten (Erhitzer, Kühler, Befeuchter) sichergestellt. Für jede Komponente einer RLT-Anlage muß aufgrund

- der vorhandenen Konfiguration der RLT-Anlage und deren Betriebsweise,
- der Nutzungsparameter (Anforderungen an die Zulufttemperatur sowie Be- und Entfeuchtung),
- der weiteren Verluste der Luftverteilung zwischen der beheizten Gebäudezone und dem Ort der Luftaufbereitung

eine an die Luft abzugebende Energiemenge bestimmt werden. Für Anlagen mit variablem Volumenstrom wird der zur Deckung

von Nutzwärme- bzw. Nutzkältebedarf zusätzlich notwendige Volumenstrom aus dem Nutzwärme- bzw. Nutzkältebedarf in der Gebäudezone berechnet. Die notwendige Wärmebereitstellung (Nutzenergie) am Heizregister ergibt sich aus der zuvor beschriebenen Nutzwärme der Luftaufbereitung, die sich wiederum aus den Nutzungsparametern des Raumes ergibt, und den Verlusten der Übergabe und Verteilung für das RLT-Luftsystem.

$$Q_{h^*,b} = Q_{vh,b} + Q_{vh,ce} + Q_{vh,d}$$

mit

$Q_{h^*,b}$	die Nutzenergie für das Heizregister;
$Q_{vh,b}$	die Nutzwärme der Luftaufbereitung;
$Q_{vh,ce}$	die Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem;
$Q_{vh,d}$	die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem.

Die notwendige Kältebereitstellung (Nutzenergie) am Kühlregister wird analog bestimmt. Neben der Nutzkälte der Luftaufbereitung, die sich aus den Nutzungsparametern des Raumes ergibt, werden die Verluste der Übergabe und Verteilung für das Luftsystem berücksichtigt.

$$Q_{c^*,b} = Q_{vc,b} + Q_{vc,ce} + Q_{vc,d}$$

Dabei ist

$Q_{c^*,b}$	die Nutzenergie für das Kühlregister;
$Q_{vc,b}$	die Nutzkälte der Luftaufbereitung;
$Q_{vc,ce}$	die Verluste der Übergabe für das RLT-Luftsystem;
$Q_{vc,d}$	die Verluste der Verteilung für das RLT-Luftsystem.

Für den Fall, dass mit dem RLT-System auch eine Befeuchtung der Zuluft erfolgt, ergibt sich auch noch eine Nutzenergie Dampf $Q_{m^*,b}$, die im Zentralgerät bereitzustellen ist. Aus den Verlusten der Verteilung der Luft $Q_{vh,d}$ und $Q_{vc,d}$ werden die Energiemengen $Q_{I,vh}$ und $Q_{I,vc}$ bestimmt, die als innere Wärmequelle/-senke wirksam sind.

Die Nutzenergie der Wohnungslüftung $Q_{rv,b}$ beschreibt die Energiemenge, die der Zone geregelt über die Zuluft zugeführt wird. Die technischen Verluste eines Wohnungslüftungssystems werden analog der eines RLT-Systems bestimmt.

Nutzenergiebedarf für die Konditionierung eines Gebäudes

Der Nutzenergiebedarf für die Konditionierung eines Gebäudes ergibt sich aus der Summe der Nutzenergien für die einzelnen zuvor beschriebenen Konditionierungszwecke.

Folgen der Deregulierung und wachsende Eigenverantwortung im Arbeitsschutz

Deregulierung und wachsende Eigenverantwortung im Arbeitsschutz haben ihren Ausgangspunkt im Arbeitsschutzgesetz aus dem Jahre 1996. Im Kontext mit zahlreichen weiteren Rechtsvorschriften – insbesondere der Betriebssicherheitsverordnung aus dem Jahre 2002 – ist die Eigenverantwortung gewachsen. Sie kommt vor allem im Auftrag des Gesetzgebers an die Arbeitgeber zum Ausdruck, alle Arbeitsplätze und alle Betriebsmittel auf ihre Gefährlichkeit hin zu untersuchen und die selbst ermittelten Gefahren zu bewältigten. Die so in den Betrieb verlagerte Gefährdungsbeurteilung führte zum Wegfall zahlreicher Unfallverhütungsvorschriften. Während früher die Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften den Arbeitsschutz detailgenau regelten, sind heute zahlreiche Unfallverhütungsvorschriften weggefallen. Der Arbeitgeber muss jetzt die Lücken schließen und selbst herausfinden, wie den Gefahren im Betrieb begegnet werden soll. Nach wie vor steht natürlich die zuständige Berufsgenossenschaft als Ratgeber zur Verfügung.

1. Verantwortliche Personen

Die Arbeitssicherheit ist Sache des Arbeitgebers (§ 3 Arbeitsschutzgesetz), aber auch der Beschäftigten, die verpflichtet sind, nach ihren Möglichkeiten sowie gemäß der Unterweisung und Weisung des Arbeitgebers für ihre Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit Sorge zu tragen (§ 15 Arbeitschutzgesetz).

Das Zusammenwirken beider Seiten sollte selbstverständlich sein, aus der Sicht der juristischen Verantwortung liegt jedoch der Schwerpunkt beim Arbeitgeber. – Dort obliegt die Pflichtenerfüllung den **geborenen Verantwortlichen** (vertretungsberechtigte Organe/Gesellschafter, Personen, die mit der Leitung eines Unternehmens oder eines Betriebes beauftragt sind) und den **gekorenen Verantwortlichen** (zuverlässige und fachkundige Personen, die der Arbeitgeber schriftlich damit beauftragt hat, ihm obliegende Aufgaben in eigener Verantwortung wahrzunehmen, § 13 Abs. 2 Arbeitschutzgesetz).

Die Pflichtenübertragung führt zu einer Veränderung der Verantwortlichkeit des Arbeitgebers. Denn jede Übertragung der Pflichten auf eine untergeordnete Ebene rückt den Gekorenen an die Stelle des Arbeitgebers, den er nunmehr repräsentiert. Der Werkleiter übernimmt so die Verantwortung für das Werk, der Abteilungsleiter für die Abteilung und der Meister für den Meisterbereich. Mit der Übertragung der Arbeitschutzpflichten auf eine nachgeordnete Ebene wandelt sich die Schutzpflicht der übergeordneten Ebene in eine **Überwachungspflicht**. Im Beispiel einer Linie aus Werkleiter, Abteilungsleiter und Meister wird der Meister zum **unmittelbaren** Vorgesetzen und werden der Werkleiter und die Abteilungsleiter zu **mittelbaren** Vorgesetzten mit Überwachungsfunktion.

Die Pflichtenübertragung sollte **schriftlich** erfolgen. Auf alle Fälle muss der Gekorene wissen, dass er in die Verantwortung gestellt ist. Juristisch betrachtet ist die Pflichtenübertragung ein Vertrag zwischen Arbeitgeber und beispielsweise dem Meister. Der Inhalt dieses Vertrags besteht darin, künftig die Pflichten des Arbeitgebers zum Arbeitschutz für den Bereich der Meisterei wahrzunehmen. Aus Gründen der Fürsorge sollte dem Gekorenen verdeutlicht werden, welche Aufgaben er im Arbeitsschutz zu bewältigen hat. Je klarer ihm das beschrieben wird, um so besser kann er beurteilen, ob er der Aufgabe gewachsen ist. – Sollte sich später herausstellen, dass der Arbeitgeber keine zuverlässige und fachkundige Person beauftragt hat und führt die Ungeeignetheit zu einem Unfall, dann kann demjenigen, der

die ungeeignete Person ausgesucht hat, ein **Auswahlverschulden** angelastet werden.

Nach der Pflichtenübertragung tritt der Beauftragte an die Stelle des Arbeitgebers. Er muss in seinem Bereich umsetzen, was das Arbeitschutzgesetz vom Arbeitgeber fordert.

2. Fachkraft für Arbeitssicherheit

Beauftragte im Arbeitsschutz (z.B. Fachkräfte für Arbeitssicherheit – ähnlich wie Abfall-, Gefahrgut-, Gewässerschutz- oder Immissionsschutzbeauftragte im Umweltschutz) haben grundsätzlich **keine Weisungsbefugnis**. Ihnen kommen zu: Beratungs- und Unterstützungsfunktion; Kontroll- und Überwachungsfunktion; Mitwirkungs- und Initiativfunktion, Aufklärungs- und Informationsfunktion; Berichtsfunktion.

Die Verantwortung liegt grundsätzlich in der Linie, nicht beim Stab.

Die Sicherheitsfachkraft kann im Einzelfall zusätzliche Aufgaben übernehmen. Fehler in diesem Bereich sind dann der Sicherheitsfachkraft zuzurechnen. Unfälle ohne Bezug zu einem unmittelbaren Vorgesetzen können bei erkennbarer Gefahrenlage für die Sicherheitsfachkraft zu deren Verantwortung führen. Grundsätzlich aber sind nach einem Arbeitsunfall die unmittelbaren und mittelbaren Vorgesetzten die möglichen Beschuldigten, nicht aber der Sicherheitsingenieur.

3. Die Gefährdungsbeurteilung

Das Arbeitschutzgesetz macht es dem Arbeitgeber zur Pflicht, die Arbeitsbedingungen zu beurteilen, die Schutzmaßnahmen zu ermitteln und dies zu dokumentieren, §§ 5 und 6 Arbeitschutzgesetz. Zusätzlich verlangt die Betriebssicherheitsverordnung (§ 3) eine **Gefährdungsbeurteilung** für die sichere Bereitstellung und Benutzung der Arbeitsmittel. Überdies sind **befähigte Personen** mit der Prüfung oder Erprobung von Arbeitsmitteln zu beauftragen. Für die Beschäftigten sind nur geeignete und sichere Arbeitsmittel bereitzustellen; zumindest sind Gefährdungen so gering wie möglich zu halten, § 4 Betriebssicherheitsverordnung. Damit obliegt den Führungskräften ein weites Regelungsfeld mit zahlreichen möglichen **Fehlerquellen**. Das rechtzeitige „Haben" einer Gefährdungsanalyse ist Sache aller Ebenen. – Die Unterweisung, das Verstehen der Unterweisung und das „Leben" der Unterweisung ist in erster Linie Sache des unmittelbaren Vorgesetzten.

Die Gefährdungsbeurteilung ist der Grund für die wachsende Eigenverantwortung des Arbeitgebers. Das Gesetz verlangt, alle Gefährdungen aufzuschreiben und eine Lösung für die erkannten Gefahren zu finden. Auf diese Weise ist der Arbeitgeber in die besondere Lage versetzt, nach einem Unfall den Ermittlern die Analysen und Unterweisungen vorzulegen, aus denen sich ergeben kann, welcher Fehler der Arbeitgeberseite zum Unglück geführt hat.

Nach einem Arbeitsunfall beweist die Gefährdungsbeurteilung, ob ausreichender Weitblick vorgelegen hat und ob die erkannten Gefahren beachtet worden sind.

Um sich später nicht dem Vorwurf ausgesetzt zu sehen, kein ausreichendes Gefährdungsmanagement aufgebaut zu haben, sollte bekannt sein, welche Fehlerquellen für den Arbeitgeber bestehen. Dabei gilt der Grundsatz: Kein Arbeitgeber kann alle Unfälle verhindern. Im Gegenteil, oft „kommt das Unglück im Schleier der Gewissheit daher" und war damit für Menschen nicht vorhersehbar. Deshalb gilt: Wenn „Zünftler" ein Unglück nicht vorhersehen können, dann gibt es auch keine juristische Verantwortung für dieses Unglück. Ganz anders aber, wenn das Unglück entschleiert oder nicht blickdicht verschleiert daherkommt und keiner es beachtet. Ein solches Unglück ist vorhersehbar und führt in die juristische Verantwortung.

Fehler sind vorwerfbar.
Das blickdicht verschleierte Unglück ist nicht vorwerfbar.

a) Wer nach einem Arbeitsunfall keine Gefährdungsanalyse vorlegen kann, zwingt die Ermittler, das Versäumte durch einen Sachverständigen nachholen zu lassen. Kommt der Sachverständige zum Ergebnis, dass das Unglück vorhersehbar war, dann bleibt Nachlässigkeit als Vorwurf.

b) Weit besser sind die Karten verteilt, wenn der Arbeitgeber nach einem Arbeitsunfall eine Gefährdungsanalyse vorlegen kann. Jetzt scheidet der Vorwurf der Untätigkeit von vornherein aus. Nun können sich zwei Gestaltungen entwickeln: Die eine Möglichkeit besteht darin, dass sich eine erkannte Gefahr verwirklicht hat. Die andere Alternative führt zu einer Gefahr, die in der Gefährdungsbeurteilung nicht erfasst ist. In diesem Fall wird ein Sachverständiger zu klären haben, ob diese Gefahr voraussehbar gewesen wäre. Im Zweifel wird das Ergebnis sein, diese bisher nicht bekannte Gefahr war für Menschen nicht vorhersehbar.

c) Die erkannten Gefahren sind zu verarbeiten. Es ist zu klären, ob durch technische oder organisatorische Maßnahmen die Gefahr beseitigt oder verringert werden kann. Die verbleibende Restgefahr muss auf ihre Zumutbarkeit bei der Arbeit eingeordnet und durch entsprechende Unterweisungen für die Mitarbeiter handhabbar gemacht werden. Auf dem Weg von der verbliebenen Gefahr bis zur Unterweisung kann es geschehen, dass eine Gefahr nicht bis zur Unterweisung gemanagt wird (sie wird schlicht vergessen).

d) Schließlich müssen die Mitarbeiter natürlich Unterweisung erhalten. Dies sollte durch Unterschriften belegbar sein. Wichtig aber: die Unterweisung muss vom Mitarbeiter verstanden werden. Der Arbeitgeber darf Mitarbeiter, die eine Unterweisung nicht verstehen können oder nicht beachten wollen, nicht einsetzen (§ 7 Arbeitschutzgesetz). Es geht dabei nicht darum, wie sich eine Führungskraft durch die Unterschrift eines Mitarbeiters absichern kann. Vielmehr zählt die Einstellung zu wollen, dass den „mir anvertrauten Menschen" nichts geschieht.

e) Häufig kommt es vor, dass Mitarbeiter die **Unterweisung nicht leben**. Die Gründe hierfür sind vielschichtig (Bequemlichkeit, Dummheit, Übereifer und Habgier etc.). Ein weites Fehlerpotential besteht darin, den Mitarbeiter nicht zu ermahnen, abzumahnen und notfalls verhaltensbedingt zu kündigen.

4. Die Dynamik der Gefährdungsbeurteilung

a) Hochgefährlich ist das Zeitmoment. Nach § 12 Absatz 1 des Arbeitsschutzgesetzes hat die Unterweisung **vor Aufnahme** der Tätigkeit der Beschäftigung zu erfolgen. Dies gilt selbstverständlich bei der Einstellung, aber auch bei Veränderungen im Aufgabenbereich, der Einführung neuer Arbeitsmittel oder einer neuen Technologie.

Der Normbefehl des § 12 Absatz 1 (Arbeitsschutzgesetz) bringt weitreichende Folgen: Immer dann, wenn eine Änderung vorgenommen werden soll, muss die Unterweisung vorher erfolgen; dies erfordert, dass eine Unterweisung vorher erstellt worden ist, diese wiederum setzt eine Gefährdungsbeurteilung voraus, die bis zur Unterweisung hin gemanagt werden muss.

Die fehlende Anpassung der Unterweisung an Entwicklungen und Neuerungen ist für den Arbeitgeber und seine Führungskräfte gefährlich.

b) Die Weite der Gefährdungsbeurteilung. Die eigenverantwortliche Vorausschau des Arbeitgebers reicht weit. Dazu zählen auch arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen, die richtige Einordnung einer Instandsetzungsmaßnahme, das

Zusammenarbeiten mit Fremdfirmen, die Einordnung langer Arbeitszeiten, das Erkennen notwendiger Glieder in der Rettungskette (usw.).

c) Das rechtzeitige Haben einer Gefährdungsbeurteilung mit Umsetzen bis hin zur rechtzeitigen Unterweisung ist sowohl Sache des unmittelbaren Vorgesetzten wie auch des mittelbaren Vorgesetzten. Fehler im Bereich der unzureichenden Unterweisung oder des sich Nichtdurchsetzens beim Leben der Unterweisung werden mehr in den Verantwortungsbereich des unmittelbaren Vorgesetzten fallen. Ein Aufsichtsversagen setzt in diesen Fällen viel später ein als ein Unterlassen vor Ort.

d) In die Gefährdungsbeurteilung gehört auch der Mitarbeiter als Mensch. Kann er die Unterweisung nicht verstehen oder will er sie nicht leben, muss er von dieser Arbeitsstelle entfernt werden. Gleiches gilt, wenn Krankheit, Alter oder Suchtverhalten den Mitarbeiter zur Gefahr werden lassen. In diesen schwierigen Fällen darf eine Entscheidung nicht aus falscher „Menschlichkeit" in die Zukunft verschoben werden.

5. Gefährdungsmanagement und Strafrecht

Vorwerfbare Fehler führen zur strafrechtlichen Verantwortlichkeit. Hier darf Vorsatz niemals vorliegen. Wer noch begründet hoffen kann, dass es gut geht, handelt nicht vorsätzlich. Grob fahrlässiges Verhalten bildet für Führungskräfte eine große Gefahr. So handelt (oder unterlässt), wer die im Verkehr erforderliche Sorgfalt in ungewöhnlich hohem Maße nicht beachtet (Zünftler schütteln ihre Köpfe). Mittlere und leichte Fahrlässigkeit kosten meist nur Geld.

Einige Grundsätze:

Begeht der Mitarbeiter hinter dem Rücken des Vorgesetzten eine Gefährdung und hatte der Vorgesetzte keine Möglichkeit, dies zu erkennen, dann ist der Mitarbeiter am Unglück allein schuld.

Lässt hingegen der Vorgesetzte über längere Zeit „Missstände" zu oder schreitet er im Einzelfall trotz des erkannten Fehlverhaltens nicht ein, dann kann sich eine strafrechtliche Verantwortlichkeit ergeben. In solchen Fällen verweisen die Angeklagten gerne darauf, dass ein unterwiesener Mitarbeiter, der sich selbst gefährde, in die Verletzung einwillige. Dieses Argument ist wenig überzeugend, weil ein Mitarbeiter sicher nicht will, ein Auge oder ein Bein zu verlieren. Eine Einwilligung in die Tötung kommt ohnehin niemals in Betracht.

Ein weiterer Verteidigungsansatz ist der Einwand, der Mitarbeiter habe sich eigenverantwortlich selbst gefährdet. Wenn dies tatsächlich der Fall sein sollte, führt dies zum Freispruch. Nur – Voraussetzung für eine solche Lösung ist, dass der Mitarbeiter den „vollen Durchblick" hinsichtlich der Gefährdung hat. Ergibt die Beweisaufnahme jedoch, dass Mitarbeiter und Vorgesetzter hinsichtlich der erkannten Gefahr nicht auf gleicher Stufe stehen, dann muss der Vorgesetzte wegen seines überlegenen Wissens einschreiten; unterlässt er dies, bleibt der strafrechtliche Vorwurf des Unterlassens.

Es ist besser, bei gefährlichem Verhalten der Mitarbeiter mit Ermahnung, Abmahnung und Kündigung einzuschreiten, als darauf zu hoffen, am Ende eines Strafverfahrens werde das Gericht schon feststellen, Mitarbeiter und Vorgesetzter haben auf gleicher Erkenntnisstufe gestanden.

7. Verantwortlichkeit gegenüber dem Opfer

Die Opferseite kann grundsätzlich keinen Schadensersatz von der Führungskraft verlangen. Dies deshalb, weil Versicherungsschutz durch die Berufsgenossenschaft besteht. Dennoch bleiben Restrisiken:

(1) für Sachschäden,
(2) für Schmerzensgeld (bei Vorsatz) und
(3) weil die Berufsgenossenschaft bei grober Fahrlässigkeit

Regress nehmen kann. Dies bedeutet, sie holt beim Arbeitgeber und/oder der Führungskraft zumindest einen Teil der Auslagen herein, die sie vorher als Versicherung an das Opfer gezahlt hat.

Das Haftungsprivileg (bis einschließlich mittlere Fahrlässigkeit) greift – von wenigen Ausnahmen abgesehen - nicht bei der Schädigung von Dritten. Hier besteht ein deutliches Restrisiko und Versicherungsbedarf.

8. Verantwortlichkeit gegenüber dem Arbeitgeber

Betroffen sind Führungskräfte. Der Arbeitgeber kann nach einem Unfall an die Kündigung denken, die allerdings als verhaltensbedingte grundsätzlich einer Abmahnung bedarf.

Die Kaufleute werden nach einem Unfall den unfallbedingten Schaden (entgangener Gewinn) ermitteln. Dann stellt sich die Frage, ob dieser Ausfall bei der Führungskraft eingefordert werden soll. Grundlage des Anspruchs ist der zum Unfall führende Fehler, den die Führungskraft begangen hat und der zugleich eine Pflichtverletzung des Arbeitsvertrages bedeutet.

Im Regelfall sehen Arbeitgeber davon ab. Sollte dies im Einzelfall anders sein, wird der Rat eines Anwalts notwendig (Gleichbehandlung, betriebliche Übung). Im Prozess werden dann zahlreiche Faktoren zu bedenken sein (Kinder, Alter, Gefahrgeneigtheit der Tätigkeit, Frage nach der Höhe des Selbstbeteiligungsbetrags, wie er zu entrichten wäre, sofern eine Haftpflichtversicherung bestehen würde). Bei leichter Fahrlässigkeit wird der Arbeitgeber den Prozess verlieren, bei Vorsatz wird er voll gewinnen. Bei mittlerer und grober Fahrlässigkeit wird der Arbeitnehmer zu einer Quote verurteilt. Dieses Restrisiko ist zumindest bis zur mittleren Fahrlässigkeit versicherbar.

9. Verhalten nach dem Unglück

Die schuldige Führungskraft wird sehr schnell erkennen, Probleme zu haben. Dann sollte eine Strategie vorbereitet sein, der schwierigen Lage zu begegnen (auch wieder eine Gefährdungsanalyse).

Soll man sich zurückziehen und eine eigene Lösung schmieden? Soll man mit Vorgesetzten beraten und ein Verhalten abstimmen? Soll man dem Ehepartner oder Freunden davon erzählen? Soll man gleich gestehen? Soll man sich mit einem Anwalt beraten?

> Je mehr man für andere da ist, desto befriedigender wird das eigene Leben

Dr. Michael Günther

Rasenheizung nicht nur in den WM-Stadien: Spielsicherheit vs. Ökologie?

(Zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen.)

Meinem Kollegen und Freund Ing. Wieland Tempel gewidmet. Und meinen früheren Fußball-Kameraden (Das Tor zum 0 : 7 gegen Motor Bannewitz vor 15 Jahren war wirklich unhaltbar!).

Einführung

„Von der DFL wurde heute bekanntgegeben, daß ab nächster Saison keine Lizenz an Vereine ohne Rasenheizung erteilt wird. Und nun???"

„Mehr Pyro!"   von der offiziellen homepage des 1. FC Dynamo Dresden

Die Flächenheizung ist aufgrund energetischer und nutzerseitiger Vorteile auf dem besten Wege, zum dominierenden Heizsystem zu werden: im Gebäude. Im Niedrigenergie- und Niedrigstenergiehaus, in Wohnungen und Büros, in Industrie- und Sporthallen.

Aber auch im Outdoor-Bereich ergeben sich immer wieder interessante Möglichkeiten, Funktionalität und Sicherheit von Verkehrswegen und anderen Freiflächen während der Winterperiode zu gewährleisten.

Neben dem Vermeiden von Unfällen und durchgängiger Nutzbarkeit der Verkehrswege steht auch die Verringerung der Kosten für den Winterdienst im Blickfeld des verantwortlichen Betreibers. So gab das Bundesland Nordrhein-Westfalen im Winter 2003/2004 ca. 32 Millionen EUR aus, um mit 115 000 Tonnen Salz sowie Räumtechnik gegen Schnee und Eis anzukämpfen. Daraus resultierten Überlegungen, mit geothermischen Anlagen zumindest die Verkehrsknotenpunkte weitgehend schnee- und eisfrei zu halten (Projekt GeoVerSi).

Ein weiteres Beispiel für die Outdoor – Flächenheizung ist die Schnee- und Eisfreihaltung des Natur oder Kunstrasens in Sportstadien, etwas unzutreffender formuliert und bekannt geworden als Rasenheizung (Rudi, du hast recht!). Eine erste derartige Anlage wurde 1959 in Großbritannien ausgeführt. Wirsbo – Velta – Uponor hat in den nachfolgenden Jahren diesbezüglich Pionierleistungen erbracht und Erfahrungen gesammelt, die sich auf Beratungsleistungen, ingenieurtechnische Planungshilfen und nicht zuletzt Lieferung, Betreuung der Ausführung und Monito-



Bild 1: Verlegung des ehemaligen velta Systems zur Schnee- und Eisfreihaltung der Eingangszone vor der Hospiz-Alm in St. Christoph am Arlberg

ring von Systemen gründen, mit denen unter anderem die Stadien in München (Olympiastadion), Frankfurt/Main (Waldstadion), Manchester (City of Manchester Stadium), London (Highbury), Mailand (San Siro), Edinburgh (Easter Road Stadium), Moskau, Arnhem (Gelredom), Hamburg (AOL Arena) und Cottbus ausgerüstet worden sind.

Bei der Schnee- und Eisfreihaltung des Fußballrasens geht es darum, Sportverletzungen und Spielausfälle zu vermeiden. Hinzu kommt, dass Wettbewerbsmanipulationen infolge Spielverschiebungen ausgeschlossen bleiben. Die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen ist in zahlreichen Ländern zu einer Voraussetzung für den winterlichen Spielbetrieb geworden. In diesem Sinne hat die Deutsche Fußball – Liga DFL für die Saison 2006/2007 festgelegt, dass die Stadien der Vereine der 1. und 2. Bundesliga über eine Rasenheizung verfügen müssen. Rückstellungen erfolgen nur in besonders begründeten Fällen. Noch verfügen von 18 Vereinen der 2. Bundesliga nur 8 über eine Rasenheizung (Saison 2005/2006), noch wird im Sinne einer Verzweiflungstat wie bei



Bild 2: Alternative Rasenheizung bei Dynamo Dresden: Warmluftzufuhr durch die Drainage

Dynamo Dresden versucht, mit Warmluft (!) durch die Drainage und anderen gesponsorten Maßnahmen ein bespielbares Fußballfeld herzustellen.

Tab.1: Überlegungen und Versuche hinsichtlich des Herstellens der Bespielbarkeit eines Fußballfeldes während einer längeren Frostperiode mit Schneefall

Maßnahme/Schnee- und Eisfreihaltung *	Bemerkung
1. Enteisungsturbinen (Airport Dresden)	nicht verfügbar (Umstellung auf chemisch – biologische Mittel)
2. Enteisungsturbinen (Rennstrecke Lausitzring)	hohe Kosten
3. Einsatz von Streusalz (Kalium-Magnesium)	für den Rasen sehr bedenklich
4. Auftragen von 20 t heißen Kieses	Idee verworfen
5. Strahlungsheizdecke über dem Fußballfeld	Decke (Freiburg) nicht verfügbar
6. Warmluft (40...60 °C) durch die Drainage	praktiziert (2000 Liter Heizöl/Tag)
7. gasbetriebenes Saugsystem unter Zelten	praktiziert
Maßnahme Tauwasserbeseitigung	
1. Auftauen der Drainage mit Warmluft	praktiziert
2. Abführen von 150 000 Liter Schmelzwasser	praktiziert
3. Trocknen mit dem Hubschrauber	praktiziert
Aufwendungen für Trainings- und Spielverlegung	
1. Spielverlegung nach Leipzig	Stadionmiete > 20 000 EUR zzgl. Security etc.
2. Trainingsverlagerung Mallorca	Flugkosten 15 000 EUR

* im Vorfeld der Begegnung Dynamo Dresden – TSV 1860 München (10.2.2006)

B Lizenzspielerstatut

§7 Technische und verwaltungsmäßige Qualifikation sowie sportlicher Unterbau

1. Für die technische und verwaltungsmäßige Qualifikation ist es erforderlich, daß der Bewerber

... d) die Spiele seiner Lizenzspielermannschaft auf einer Platzanlage austragen kann, die sich am Sitz des Lizenzvereins bzw. der Tochtergesellschaften am Sitz des Mutter-Vereins befindet und alle Einrichtungen besitzt, welche die ordnungsgemäße Durchführung dieser Spiele gewährleisten. Soweit Sicherheitsfragen zur Beurteilung anstehen, ergeben sich die Einzelheiten hierzu aus den Richtlinien zur Verbesserung der Sicherheit bei Bundesspielen, in organisatorischen Fragen aus den Richtlinien zur Organisation des Spielbetriebs im Lizenzfußball. Die Platzanlage muß bauaufsichtlich für insgesamt mindestens 15 000 Zuschauer zugelassen sein und über eine Flutlichtanlage mit einem Mindestwert von 800 bis 1000 lx, gemessen in einem Meter (1m) Höhe über dem Spielfeld, verfügen **und in der Bundesliga eine Rasenheizung haben**. In besonders begründeten Fällen kann der Liga – Ausschuß zeitlich befristete Ausnahmegenehmigungen erteilen.

Vorbei sind dann die Zeiten mit Spielausfällen. Vorbei sind aber auch die Zeiten, als Heimmannschaft und Platzwart (neudeutsch: Green Keeper) im Winter zu Tricks griffen, um der vermeintlich technisch besseren Gastmannschaft dennoch eine Niederlage beizubringen:

Ronaldinho ohne Chance im Erzgebirge?
Oder: der Trick des Platzwarts
So wurde vor Jahren im Stadion von Wismut Aue, heute als Erzgebirge Aue in der 2. Bundesliga vertreten, im Winter der Schnee absichtlich nicht von der Spielfläche geschoben. Im Gegenteil: Manchmal brachte man Schnee auf den Rasen, um die technischen Vorteile der Gastmannschaft durch eigene konditionelle Stärken wettzumachen.

Gegner der Rasenheizung äußern ökologische Bedenken, während die Befürworter der Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen den Gesamtnutzen betonen. In jedem Fall sollte der Einsatz von Anfall- und Umweltenergie geprüft werden. Sofern Fernwärme in der Umgebungsbebauung eingesetzt wird, ist eine Rücklaufauskühlung sinnvoll.

Teilweise wird zur Wärmeerzeugung bereits energieeffiziente Technik wie eine Stirling-Maschine im Breisgau-Stadion zu Freiburg eingesetzt. Es mehren sich außerdem Betrachtungen, die Schnee- und Eisfreihaltung mit geothermischen Wärmequellenanlagen zu kombinieren. Anwendungsbeipiele sind hierfür die Beheizung von Weichen der Schienen von Straßenbahnen (BLZ Gommern) und vor allem das bereits erwähnte Projekt GeoVerSi in Nordrhein-Westfalen. Bei dem zuletzt genannten Projekt geht es darum, unfallträchtige Straßen und Brücken mit Erdwärme zu heizen.

Dass auch die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen als Sonderanwendung der Flächenheizung hinsichtlich des Umweltschutzes und der Betriebskosten im Detail energieeffizient geplant und betrieben werden sollte, ist im Hinblick auf andere Geldtransfers im Fußball nicht immer evident (Tab. 1), aber sehr notwendig. Diesem Anliegen widmet sich der nachfolgende Beitrag.

Tab. 2 Ohne Kommentar...

	Kosten
Fernsehübertragungsrechte DFL Fußball pro Jahr	**400 000 000 EUR**
Neubau der Allianz-Arena in München	**285 000 000 EUR**
Jahresverdienst (allerdings nur brutto...) von Ronaldinho und Ballack (Juve-Angebot)	**12 000 000 EUR**
Peles gelbes Trikot (WM-Finale 1970) – Auktionspreis	**227 109 EUR**
Rasenfläche und -heizung komplett – FC Energie Cottbus	**562 421 EUR**
Austausch eines Sportrasens	**125 000 EUR**
Austausch des Sportrasens bei Ajax Amsterdam je Saison	**4 bis 6mal**
Einmaliges Bewegen der mobilen Rasenfläche aus der oder in die Schalke – Arena (Rasenregeneration)	**17 500 EUR**
Rasenheizung – Betriebskosten pro Tag (Winterperiode)	**500 EUR**
konventionelle Schneeberäumung (manuell, Spielvortag)	**70 Arbeitskräfte**

1. Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen

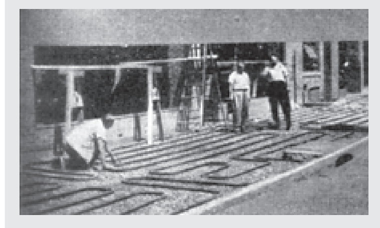
> Sollten Sie dieses (Fußball-)Spiel bisher atemberaubend finden, dann haben Sie es an den Bronchien.
> Marcel Reif

Der Gedanke, mit dem Beheizen von Freiflächen im Winter die Gesundheit der Passanten zu schützen und Verkehrswege ohne Einsatz schädlicher Chemikalien dauerhaft befahrbar zu halten, ist schon alt. So berichtet KOLLMAR /1/ in den 50er Jahren über Anwendungsmöglichkeiten und -prinzipien für die Fußbodenheizung außerhalb von Gebäuden (Bild 2). Die dabei genannten Werte für die erforderliche Heizwärmestromdichte sind von heutigen Erfahrungswerten nicht weit entfernt.

G.I. Heft 7/8 (74. Jahrg. 1953) . 99

Bautechnische Gestaltungen von Fußboden-und Deckenheizungen

Von A. Kollmar, Berlin



Bürgersteigheizung. Ansicht der verlegten Heizrohre vor der Einbetonierung

Ein weiteres Anwendungsgebiet für Fußbodenheizungen sind die Flugzeugrollbahnen, Autoeinfahrten Bürgersteige ,um diese schnee- und eisfrei zu halten. Diese Schneeschmelzanlagen haben sich ind Vereinigten Staaten von Nordamerika und Kanada eingebürgert. Beieiner Schneedichte von 150 kg/m^3 und 1 cm Schneelage sind 120 kcal/m^{2}h zur Schneeschmelze aufzuwenden. Die zuzügliche äußere Verlustwärme um etwa 0 °C Lufttemperatur beträgt rd 30 kcal/m^{2}h, wobei die Wärmeübergangszahl der beheizten Betonschicht bei annähernder Windstille zu 10 kcal/m^{2}h° C angenommen werden kann.

Bild 2: Publikation über Anwendungsbeispiele von Fußbodenheizungen außerhalb von Gebäuden (KOLLMAR /1/)

Gegenwärtig werden Systeme zur Schnee- und Eisfreihaltung im Sinne von Fußbodenheizungen vorwiegend in nachfolgend genannten Bereichen angewandt:

- Hubschrauberlandeplätze von Krankenhäusern (Bild 3)
- Straßenkreuzungen und Tunneleinfahrten
- Marktplätze und Boulevards
- Auffahrrampen und Stellflächen für Kraftfahrzeuge
- Bahnsteige und Freitreppen
- Weichen in Schienennetzen von Eisenbahn und Straßenbahn.

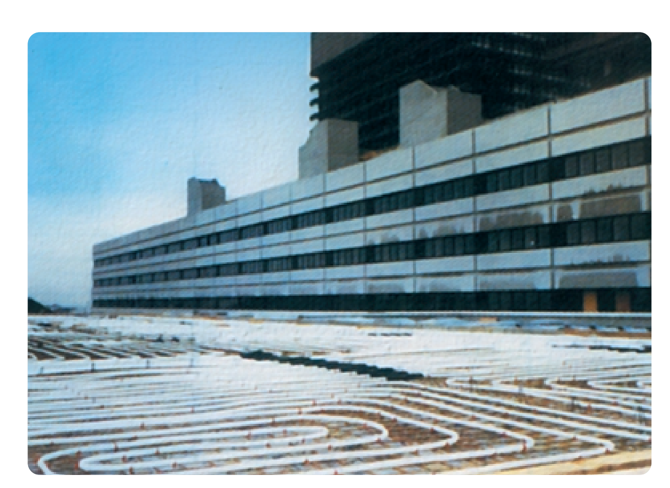




Bild 3: Schnee- und Eisfreihaltung von Hubschrauberlandeplätzen links: Universitätsklinik/Allgemeines Krankenhaus AKH Wien (ehemals velta) rechts: Klinik Lörrach (Polytherm)

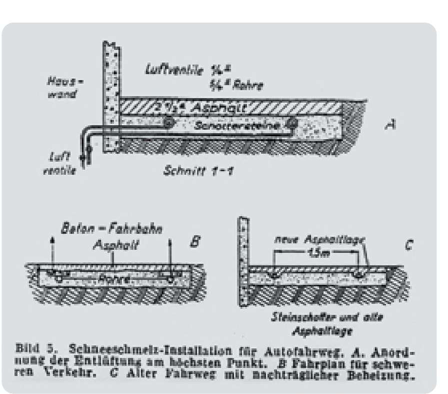


Bild 5. Schneeschmelz-Installation für Autofahrweg. A. Anordnung der Entlüftung am höchsten Punkt. B Fahrplan für schweren Verkehr. C Alter Fahrweg mit nachträglicher Beheizung.

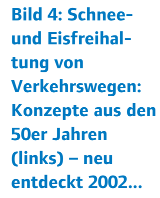
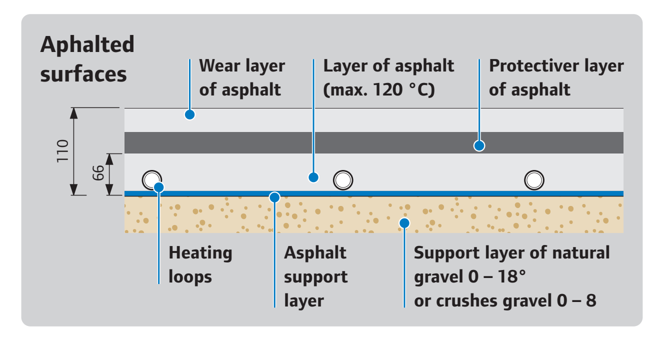


Bild 4: Schnee- und Eisfreihaltung von Verkehrswegen: Konzepte aus den 50er Jahren (links) – neu entdeckt 2002…



Für Sportflächen außerhalb von Gebäuden ergeben sich durch den Einsatz von widerstandsfähigen Kunststoffrohren aus hochdruckvernetztem Polyethylen nach Verfahren Engel (PE-Xa) oder gelegentlich auch Mehrschichtenverbundrohren (MLC) Möglichkeiten, beheizte Rasenflächen im Winter für Fußball und Hockey zu nutzen.



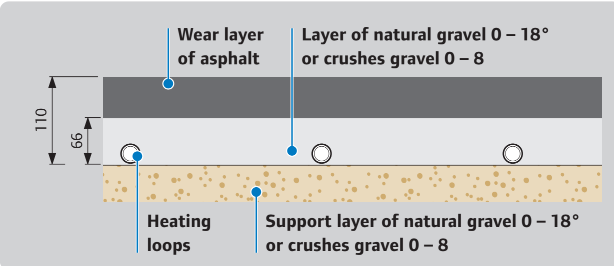


Bild 5: Schnee- und eisfreie asphaltierte Verkehrswege (Wirsbo)

Bekannt sind im Gegensatz zur Heizung auch (transportable) Kunsteisflächen zum Eislaufen, die Kunststoffrohrregister oder Absorbermatten enthalten.



Bild 6: Mobile Kunsteisbahn in Paris

2. Planungsgrundlagen der Schnee- und Eisfreihaltung im Überblick

„Ca. 100 00 EUR Schaden...“(Absage des Länderspiels Österreich-Kroatien 2005 wegen Eis und Schnee) „Gigi“ Ludwig

Wahl des Primärenergieträgers und des Wärmerzeugers
Hinsichtlich der Beheizung von Freiflächen wird auf Elektroenergie zur direkten Beheizung (u.a. POPPE /2/, BRAUN /3/) oder auf Wasser – Glykol – Gemisch – führende Systeme zurückgegriffen. Aus der Sicht des Umweltschutzes ist hierbei zu bedenken, dass die Stromproduktion und Nutzung für Heizzwecke aufgrund des noch relativ geringen Kraftwerkswirkungsgrades von ca. 35 % in Deutschland wenig energieeffizient (Bild 7) und zugleich für einen erhöhten CO_2 – Ausstoß im Vergleich zu Alternativen in der Wärmeerzeugung verantwortlich ist (Bild 8).

Dennoch wird gelegentlich die Anwendung von Elektroenergie zur direkten Beheizung von Freiflächen empfohlen, indem zunächst auf niedrige Investitionskosten hingewiesen wird. Allerdings fehlen einerseits oftmals genaue Kalkulationen der zu erwartenden Betriebskosten. Andererseits ist die CO_2 – Belastung infolge der Stromproduktion eben hoch, was gegen die Zielstellung eines nachhaltigen Umweltschutzes verstößt. Auch muß gefragt werden, wie es mit der Haltbarkeit der Elektroheizleiter unter Einfluß von größeren Temperaturschwankungen und Feuchtigkeit aussieht. Nicht wenige derartige Anlagen mußten in der Vergangenheit deshalb frühzeitig außer Betrieb genommen werden. Deshalb ist seitens der Energieversorgung auch für Anlagen zur Schnee- und Eisfreihaltung besonders Fernwärme sowie natürlich Anfall- und Umweltenergie zu bevorzugen.

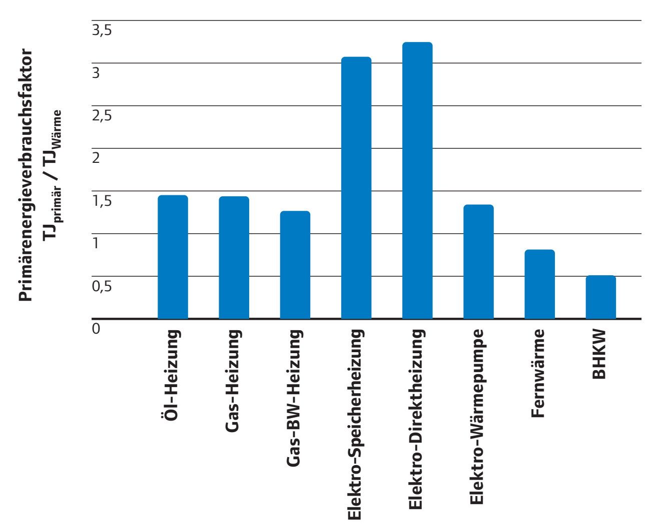


Bild 7: Primärenergetische Bewertung von Heizsystemen (NOWA – Studie /4/) anhand des Aufwand – Nutzen – Verhältnisses (Primärenergieaufwand zur Erzeugung von Heizwärme)

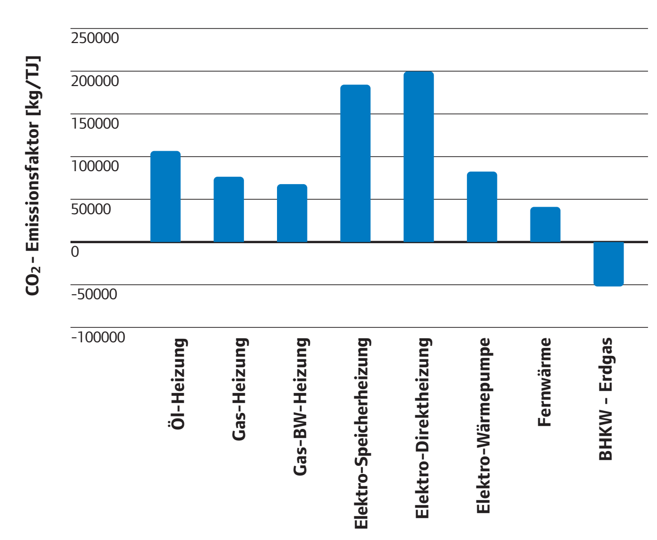


Bild 8: Bewertung von Heizsystemen nach der CO_2 – Emission (NOWA – Studie /4/)



Bild 9: Wasser – Glykol – Gemisch führendes System (FC Energie Cottbus, links) oder Elektroheizmatten (RheinEnergieStadion Köln, rechts)

Auch für die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen wird gegenwärtig erneut die Elektrodirektheizung empfohlen. Im Fall des neuen RheinEnergieStadions in Köln, das zu den Stadien für die FIFA Fußball – Weltmeisterschaft 2006 in Deutschland zählt, wurde eine Elektroheizung unterhalb der Rasendecke eingebaut (Bild 10). Man erwartet geringere Betriebszeiten z.B. durch ein besseres Regelverhalten aufgrund einer geringeren Zeitkonstante (abhängig von der Lage der Heizebene) des Systems gegenüber Wasser – Glykol – Gemisch – führenden Systemen. Nur sollte hierzu der praktische Nachweis erbracht und vorgelegt werden, dass wesentlich kürzere Betriebszeiten (deutliche Erwärmung des Rasens bereits innerhalb von 12 bis 24 Stunden nach Inbetriebnahme) die schlechtere Primärenergiebilanz der Elektroheizung gegenüber anderen Energieträgern (Gas, Öl, Fernwärme) kompensiert. In Nürnberg reichte im Februar 2006 die elektrische Anschlußleistung nicht aus, den Rasen bei einer Außentemperatur von –10 °C bespielbar zu machen.

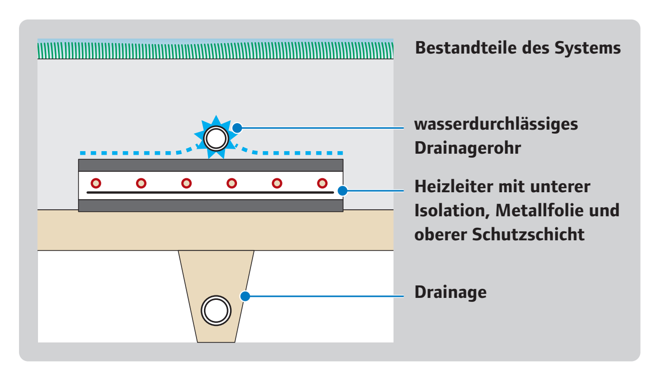


Bild 10: Neuartige elektrische Rasenheizung

Trotz des interessanten Versuchs, die Wärmeleitfähigkeit des Erdreichs infolge Durchfeuchtung oberhalb des Heizleiters zu verbessern, ist nicht nachzuvollziehen, wodurch deutlich verringerte Betriebskosten bei Verwendung elektrischer Heizleiter entstehen sollen. Auch sind mit diesem Prinzip gewisse baukonstruktive Risiken für den gesamten Unterbau verbunden. Tab. 3 zeigt in einer Gegenüberstellung von (Schein-)Argumenten, dass es konstruktive und nutzungsseitige Restriktionen gibt, die maßgebliche Verbesserungen der Energieeffizienz von Rasenheizungen nach wie vor verhindern.

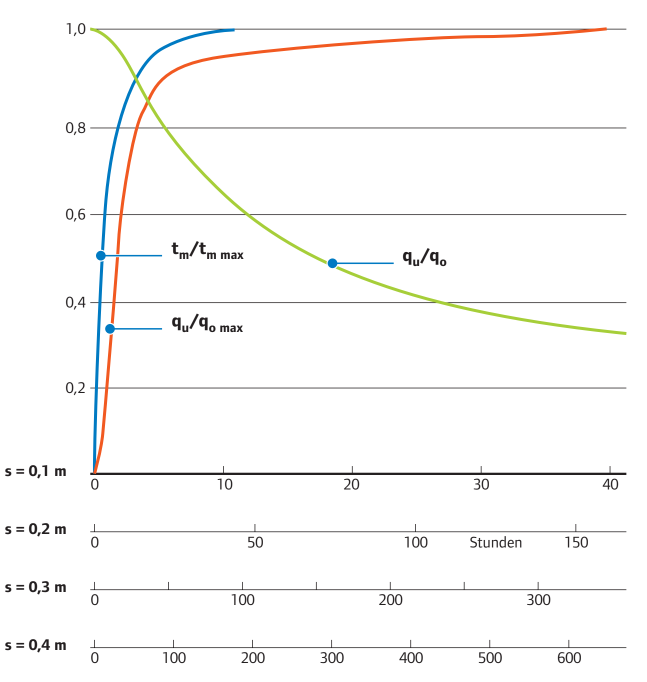


Bild 11: Schnee- und Eisfreihaltung: zeitabhängiges Verhältnis der Wärmeabgabe nach oben und unten von Rohren unterschiedlichen Abstandes s (SCHLAPMANN /7/)

Tab.3: Theoretische Möglichkeiten zur Energieeinsparung, Schein- und Gegenargumente

Argumente und Maßnahmen	Gegenargument
Oberflächennahe Heizleiter	Bearbeiten der Rasenfläche (z.B. Aerifizieren) erfordert Heizsystemüberdeckung von min. 20 cm
Wärmedämmung unter der Heizebene	Wärmedämmung müßte unverrottbar, wasserdurchleitend (Drainage) und durchwurzelbar sein
Vergleichmäßigung der Oberflächentemperaturverteilung (flächige Heizleiter)	Querleitfähigkeit des Erdreichs und Überdeckung bei wasserführenden Systemen ausreichend
Elektrische Heizleiter benötigen eine geringere Leistungsaufnahme (< 100 W/m²)	Heizlast unabhängig vom System durch Witterungseinflüsse determiniert; Aufheizdauer τ bestimmt die Leistungsaufnahme

In diesem Zusammenhang wird auf eine Wärmedämmung unterhalb der Heizebene verzichtet. Aus früheren Arbeiten von SCHLAPMANN /7 / ist zu entnehmen (Bild 11), dass während des Anheizens der Wärmetransport in das Erdreich beträchtlich ist. Allerdings führt die sukzessive Erdreicherwärmung zu einer späteren Leistungssteigerung des Systems. Aus diesem Grunde werden Rasenheizungen oftmals durchgängig mit einer Sockeltemperatur betrieben, um rechtzeitig die Schnee- und Eisfreiheit am Spieltag zu erreichen.

Aufgrund des Kenntnisstandes von Wärmetransportvorgängen im Erdreich (DIN 13 370) und rechentechnischer Möglichkeiten sollten allerdings genauere Berechnungen der Wärmeverluste erdreichverlegter Systeme zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen nunmehr möglich sein. Die Annahme pauschaler Wärmeverlustzuschläge von 15 bis 20% ist nicht mehr zeitgemäß.

Heizwärmestromdichte zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen (Heizlast und Heizleistung)

Auch wenn in der Praxis nicht selten Anlagen zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen oftmals mit undifferenzierten Pauschalwerten bemessen werden, sollte die Planung unter Berücksichtigung nachfolgend genannter Randbedingungen vorgenommen werden:

- Planungsziel: Eis-, Schnee- oder (und) Frostfreiheit
  d.h. Entscheid über vorrangige Abkühlung durch Umgebung oder Untergrund, Prioritätsentscheid über Frostfreihaltung, Schneeabtauung oder Verlängerung der Vegetationszeit
- geographische Einordnung einschl. Klima-, Witterungs- und Wetterbedingungen
  d.h. Abschätzen des Windeinflusses und der Niederschlagsdichte
- Untergrund und Grundwassereinfluß (Bodengutachten)
  d.h. Bewerten des Wärmeverlustes an den Untergrund
- baukonstruktive Gestaltung des zu beheizenden Bauteils oder der Freifläche
  d.h. Betrachtung der Temperaturverteilung in der Freifläche
- Energieträger, (lieferbare) Systemtemperaturen, Betriebsführung
  d.h. Systemkonfiguration, zur Verfügung stehende Anschlußleistung, Sperrzeiten, Aufheizzeitraum, etc.

Bei der Wahl des Heizsystems ist prinzipiell zu entscheiden, ob nur die Oberfläche oder die Freifläche bzw. das Bauteil mit einem größeren Volumen erwärmt werden soll. Prinzipiell wird dabei zwischen Oberflächenheizungen und Speicherheizungen unterschieden. Oberflächenheizungen setzen Strahlungsheizungssysteme oberhalb der Freifläche oder oberflächennahe Systeme in der zu beheizenden Freifläche voraus. Mit dieser Vorgehensweise verringert sich die Trägheit, die für Speicherheizungen zu berücksichtigen ist und zu Speicherverlusten führt. Bei Speicherheizungen befindet sich das Heizsystem deutlich unter der Oberfläche der Freifläche und erwärmt damit eine relativ große Speichermasse.

Für die Planung und Betriebsführung der Anlage spielen Überlegungen zum Auftreten von Eis, Schnee und Reif in Abhängigkeit der Außenluft- und Oberflächentemperaturen einschließlich der Niederschlagshäufigkeiten eine Rolle. Hierzu verdeutlichen Bild 12 und 13 (KAST /5/), dass es wenig sinnvoll ist, die Anlagen für extrem niedrige Außentemperaturen auszulegen.

Hinzu kommt die Berücksichtigung von Windgeschwindigkeiten (Konvektion) und der Bedeckung des Himmels (Strahlung). In diesem Zusammenhang führen unterschiedlich angenommene Wärmeübergangskoeffizienten α zwischen 10 und 25 W/(m^2.K) an der Oberfläche zu unterschiedlichen Ergebnissen.

Für das grundlegende Planen und Abschätzen der Betriebskosten (Analyse der Häufigkeit des Auftretens einer bestimmten Außentemperatur in der Heizperiode) ist zunächst die DIN 4710 hinzu zu ziehen, wobei es sich natürlich empfiehlt, darüber hinaus regiona-

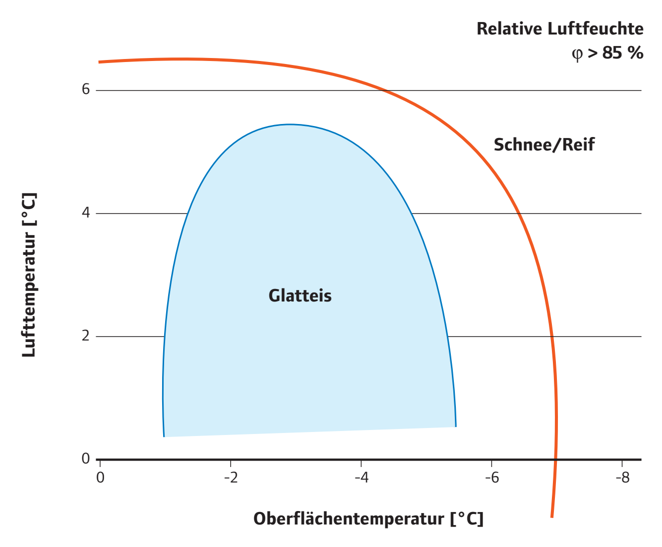


Bild 12: Grenzen der Glatteisbildung nach KOENIGER, enthalten in /5/

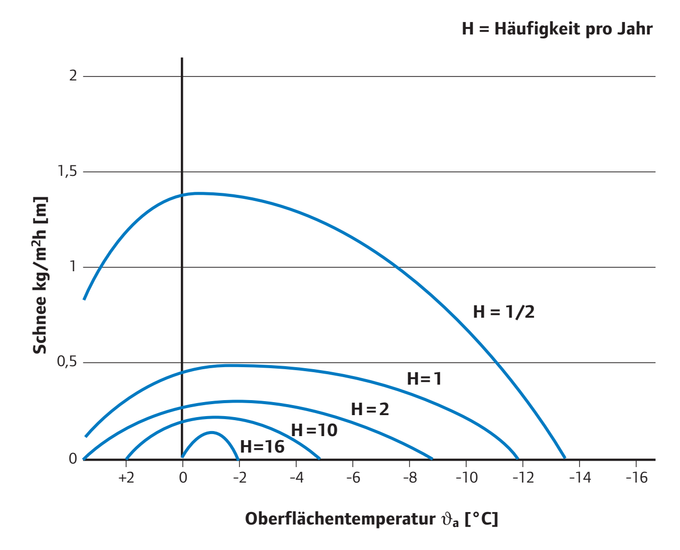


Bild 13: Häufigkeitsverteilung der Schnee – Niederschlagsdichte in Abhängigkeit der Außenlufttemperatur /5/

le statistische Wetterdaten vom Wetteramt einzuholen. Über realistische objektbezogene Windgeschwindigkeiten ist unter Berücksichtigung der Umbauung der zu beheizenden Fläche und der Luftführung z.B. in Stadien zu befinden.

Anhand zahlreicher Publikationen (/5/ bis /8/) und jahrelanger Praxiserfahrungen kann die notwendige Heizwärmestromdichte zur Schnee- und Eisfreihaltung der Freifläche ermittelt werden. Das Heizsystem selbst wird dann unter Anwendung spezieller PC – Software, nicht selten auf der Grundlage der Finite-Elemente-Methode (FEM), geplant und bemessen.

KAST /5/ und KAST/KLAN /6/ erarbeiteten akribisch die Planungsgrundlagen und liefern verläßliche Werte für erforderliche Heizwärmstromdichten, die z.B. weitere relevante Randbedingungen wie z.B. klarer oder bedeckter Himmel bzw. Außentemperatursturz oder -sprung zur Grundlage haben.

Tab. 4: Heizwärmestromdichte zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen ohne Berücksichtigung der Heizdauer bzw. Auftauzeit

Freifläche, - klarer Himmel, Abstrahlung, Eisbildung - Schneefall, ohne Abstrahlung	 KAST /5/ KAST /5/	 135 W/m² 145 W/m²
Frühbeete und Freilandkulturen sowie Gras- und Sandsportplätze	BRAUN /3/	50...120 W/m²
Rasenstein – Parkplätze	BRAUN /3/	120...150 W/m²
Gehwege und Fahrbahnen	SCHLAPMANN /7/	150...300 W/m²

Bild 14 ist unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Auslegung der Gesamtanlage vom Wärmeerzeuger bis zur Wärmeverteilung sowie der realisierbaren Heizwärmestromdichte im eingeschwungenen Zustand zu entnehmen, dass eine Anlage zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen das manuelle Beräumen großer Schneemassen nicht ersetzen kann. Es ist falsch, von Schneeschmelzanlagen zu sprechen.

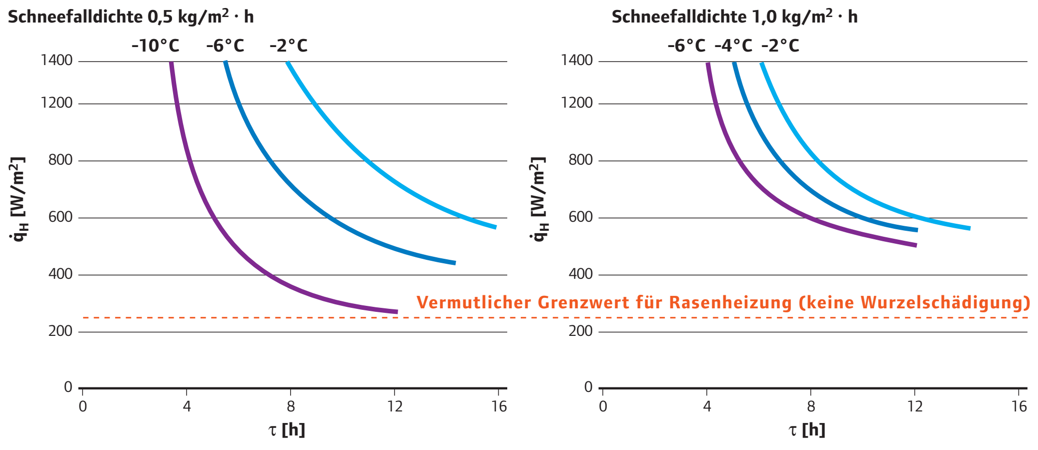


Bild 14: Theoretische Heizwärmestromdichte qH sowie Zeitspanne τ zum Abtauen von Schnee in Abhängigkeit der Schneefalldichte nach KAST /5/

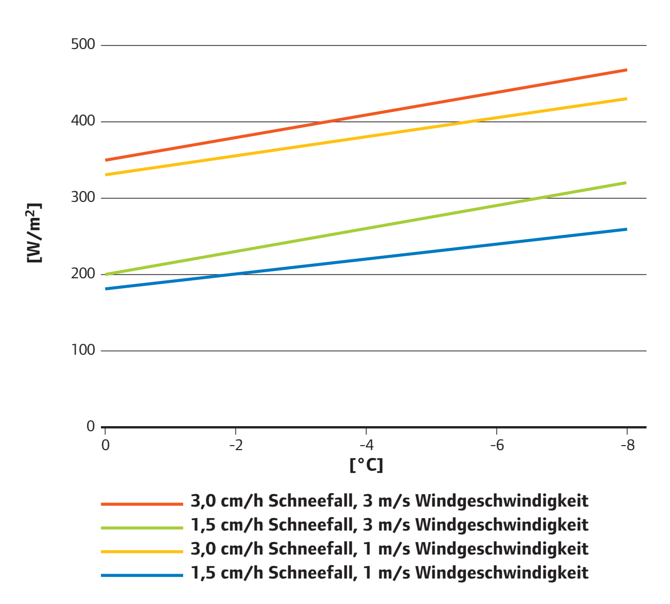


Bild 15: Heizwärmestromdichte (W/m²)in Abhängigkeit der Oberflächentemperatur und weiterer Einflußparameter nach PILLER/ PENTENRIEDER /8/

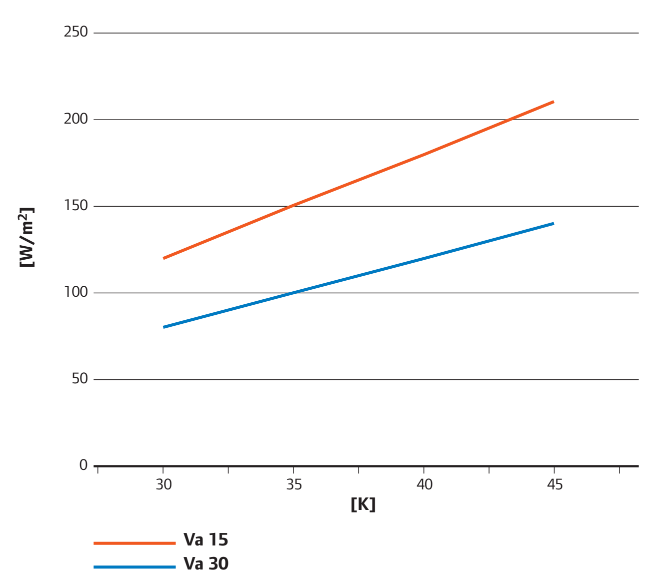


Bild 16: Heizwärmestromdichte (W/m²) einer typischen Naturrasenheizung im eingeschwungenen Zustand in Abhängigkeit der mittleren Heizwasserübertemperatur (K) und des Rohrabstandes Va (cm)

Bild 15 verdeutlicht abschließend vereinfachend den Einfluß von Schneefalldichte, Windgeschwindigkeit und zu realisierender Oberflächentemperatur auf die erforderliche Heizwärmestromdichte. Bild 16 vermittelt die Heizwärmestromdichte einer Schnee- und Eisfreihaltung des Rasens in einem Stadion in Abhängigkeit der Vorlauftemperatur und des Rohrabstandes, wobei der eingeschwungene Zustand (d.h. auch konstant bleibende Verlustwärmestromdichte nach unten an das Erdreich) vorausgesetzt wird.

Heizsystemkonfiguration

Die unterhalb der Freifläche verlegten Rohre enthalten in der Regel ein Wasser – Frostschutzmittel (Glykol) – Gemisch, um ein Einfrieren im Winterbetrieb sicher vermeiden zu können. In der Regel beträgt der Anteil des Glykols mehr als 30 %, so dass bis zu Außentemperaturen von (-20 °C) das Einfrieren der Rohrleitungen vermieden wird. Über ökologisch bestgeeignete Frostschutzmittel ist zu befinden (WHG §3 Abs.2 Nr.2; DIN 8901 – Kälteanlagen und Wärmepumpen – Schutz von Erdreich, Grund- und Oberflächenwasser sowie DIN 52 900 – Sicherheitsdatenblatt).

Erfahrungen mit dem Befüllen von Erdwärmesonden zeigen, dass das Mischen der Anteile Wasser und Glykol vorab in einem Behälter erfolgen sollte. Damit wird eine homogene Mischung erzielt, die sich beim nachträglichen Zugeben des Frostschutzmittels in das Wasser nicht zwangsläufig oder erst nach längerer Zeit einstellen wird.

In der Regel sind die bei der Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen eingesetzten Frostschutzmittel nicht (Wassergefährdungsklasse 1 der VwVwS, ehemals WGK 0) oder wenig (WGK 1) wassergefährdend. Dennoch werden gelegentlich auch Anlagen realisiert, die ähnlich wie bei Kühltürmen einen kurzfristigen Entzug des Wasser-Glykol-Gemisches aus den Registern der Rasenheizung einschließlich der Bevorratung des teuren Mediums ermöglichen.

Erdgekoppelte Wärmepumpen werden häufig mit einer Sicherheitseinrichtung ausgestattet, welche einen Sole – Flüssigkeitsmangel oder eine Leckage signalisiert. Damit können behördlichen Forderungen entsprochen werden. Ein Niederdruckpressostat erfaßt den Druckabfall, so dass ein Warnsignal weitergegeben werden kann.

Hinsichtlich des Bewertens des Korrosionspotentials bei Unterkonzentration (< 20% Glykol) oder des Angriffs bestimmter Kunststoffe (z. B. bei Dichtungen) durch das Frostschutzmittel sind Informationen beim Hersteller einzuholen. Glykol verringert die Oberflächenspannung des Wassers, so dass sich dessen Kriechfähigkeit erhöht. Außerdem können Inhibitoren (im Glykol stets vorhanden) das Frostschutzmittel zersetzen, so dass aggressive organische Säuren entstehen, die zur Korrosion wesentlich beitragen.

Das Rohrregister wird mittels Wärmeübertrager vom Wärmeerzeuger getrennt (Bild 17). Es ist über sicherheitstechnische Maßnahmen zum Schutz des Wärmeübertragers zu befinden, weil das bei 30% Antifrogen mit Temperaturen von (-15° C) noch flüssige, zirkulierende Wasser-Glykol-Gemisch zum Einfrieren dieses Bauteils führen kann.

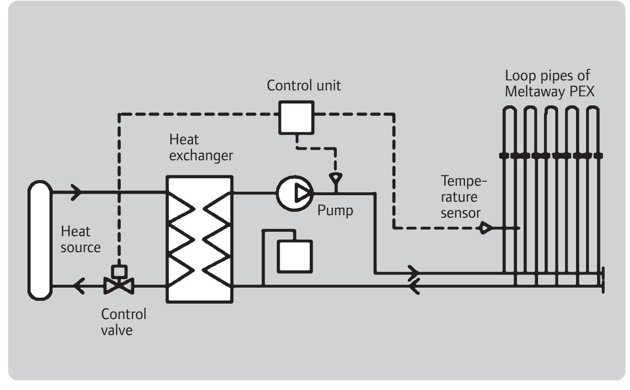


Bild 17: Prinzipielles Hydraulikschema einer Anlage zur Schnee- und Eisfrei haltung von Freiflächen

Sekundärseitig sind Rohrnetz und Umwälzpumpe unter Berücksichtigung der spezifischen hydraulischen Bedingungen zu bemessen. Das Wasser – Glykol –Gemisch beeinflußt Pumpen- und Rohrnetzkennlinie gegenüber wasserführenden Anlagen deutlich: vor allem die Viskosität (Zähigkeit) ν, aber auch die temperaturabhängige Dichte ρ und die spezifische Wärmekapazität c_p nehmen großen Einfluß.

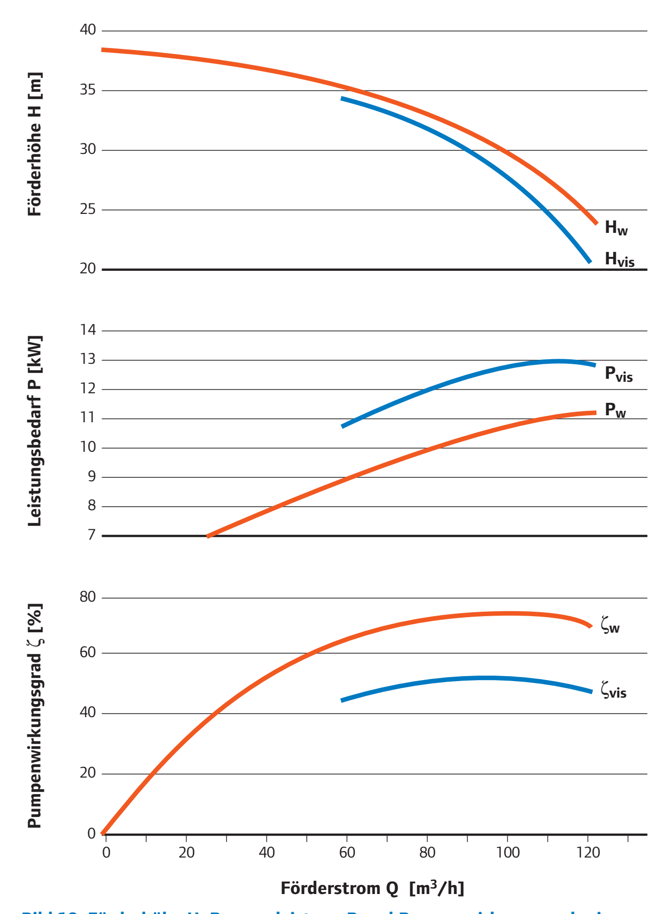


Bild 18: Förderhöhe H, Pumpenleistung P und Pumpenwirkungsgrad η in Abhängigkeit des Förderstromes Q sowie des Fördermittels Wasser bzw. viskose Flüssigkeit für Kreiselpumpen /11/

Bei MINKS /9/, GANTER /10/, /11/, /12/, /13/ und /14/ sind hierzu für viskose Flüssigkeiten bzw. Solen die Ansätze zur Berechnung der Pumpen- (Bild 18) und der Rohrnetzkennlinie nachzulesen.

Im Ergebnis werden dann gegenüber wasserführenden Systemen Rohrleitungen größerer Dimension und kürzere Heizkreislängen gewählt. Die Gleichungen (2.1) bis (2.3) /10/ geben die wesentlichen Zusammenhänge für die Gesamtanlage nach einem Vorschlag von GANTER /10/ wieder.

Reynolds-Zahl	$Re = u \cdot D/\nu$	(2.1)
Pumpenkennlinie	$H_{P,\,vis}/H_w = 1{,}4 - 0{,}4\,(\nu_{vis}/\nu_w)^{0,1}$	(2.2)
Anlagenkennlinie	$H_{A,\,vis}/H_{Aw} = (\nu_{vis}/\nu_w)^{0,25}$	(2.3)

mit	u	Geschwindigkeit	
	D	Durchmesser	
	H	Förderhöhe/Druckverlust	
	ν	Viskosität	
		Index P und A	Pumpe und Anlage
		Index w und vis	Wasser und viskose Flüssigkeit

Tab. 5: Kinematische Viskosität ν_{vis} (mm²/s) des Wasser-Antifrogen N – Gemischs (Antifrogen – Herstellerbezeichnung von Hoechst)

Temperatur	0° C	10° C	20° C	30° C	40° C
Wasser	1,7	1,3	1,0	0,8	0,7
20% Antifrogen N	3,5	2,5	1,8	1,3	1,1
30% Antifrogen N	5,0	3,6	2,5	1,8	1,5

Tab. 6: Dichte ρ und Frostschutz-Grenztemperatur eines speziellen Wasser-Glykol-Gemisches in Abhängigkeit des Frostschutzmittelanteils

Frostschutzmittel-anteil [Vol-%]	25	30	35	40	45	50	55
Frostschutz bis [° C]	-12	-16	-20	-25	-32	-38	-45
Dichte r [kg/m³]	1,036	1,044	1,051	1,058	1,065	1,072	1,078

Tab. 7: Kennwerte von Solen (Wasser-Frostschutzmittel-Gemisch) /14/

Stoff	Konzentration [%]	Kinematische Viskosität n_{vis} [mm²/s] bei 0° C	spez. Wärmekapazität c_p [kJ/kg.K]	Gefrierpunkt [° C]
Wasser	-	1,8	4,21	0
Monoethylenglykol (Antifrogen N*)	33	5,9	3,58	-21
Monopropylenglykol (Antifrogen L*)	33	8,0	3,75	-17
Kaliumkarbonat	33	3,5	2,84	-20
Calciumchlorid	20	2,6	3,06	-18
Methanol (giftig)	25	3,3	4,02	-20
Ethanol	25	6,0	4,25	-15

* Handelsname Hoechst AG

Tab. 8: Druckverlust-Korrekturfaktor für ein Wasser-Monoethylenglykol(33%)-Gemisch gegenüber Wasser nach BOSE et al. /14/

-10 °C	-5 °C	0 °C	+5 °C	+10 °C	+15 °C	+20 °C
1,38	1,31	1,25	1,22	1,17	1,13	1,11

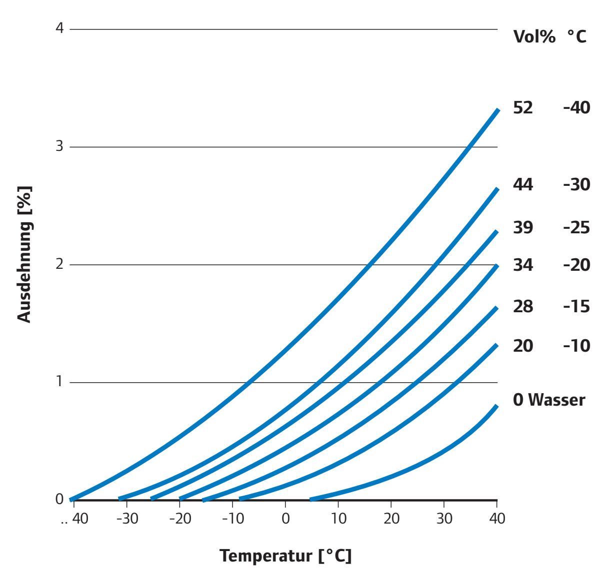


Bild 19: Ausdehnung eines Wasser-Glykol-Gemischs in Abhängigkeit der Temperatur (RECKNAGEL/SPRENGER)

Hinsichtlich des Bemessens des Membrandruckausdehnungsgefäßes ist die thermisch bedingte Ausdehnung des Wasser–Glykol-Gemisches (Bild 19) zu beachten.

Die Regelgruppe einer Kompaktstation enthält Temperatur- sowie ggfs. Feuchtefühler und beeinflußt über ein angesteuertes Durchgangsventil den primärseitigen Durchfluß in Abhängigkeit der erforderlichen Heizwärmestromdichte. Uponor verfügt über komplette Kompaktstationen, welche vormontiert sind und die genannten Komponenten enthalten (Bild 20).

Der Einschaltzeitpunkt der Anlage erfolgt in einfachster Weise nach Erreichen einer am Regler einzustellenden Außentemperatur (erster Temperaturschwellenwert), bei deren Unterschreitung eine Frostgefahr wahrscheinlich ist.

Hierbei sollte berücksichtigt werden, dass in Mitteleuropa in der Heizperiode mit ca. 100 Tagen Frost zu rechnen ist. SCHLAPMANN /7/ weist darauf hin, dass in der Regel bei Schneefall eine Außentemperatur von minimal (-5° C) anzusetzen ist und die Schneefalldichte mit 1 kg/(m².h) angenommen werden kann.

Zusätzlich wird mit einem Bodenfühler die oberflächennahe Temperatur der Freifläche kontrolliert. Hierbei ist ein zweiter Temperaturschwellenwert zur Regelung der Anlage festzulegen.

Dieser Bodenfühler sollte so verlegt werden, dass er bei einem Schaden ausgetauscht werden kann. Die Fühler sollten natürlich an einer für die schnee- und eisfrei zu haltende Freifläche repräsentativen Stelle angeordnet werden.

Glatteis wiederum bildet sich vorwiegend im Außentemperaturbereich zwischen 0 und (-6° C). Glatteis kann aber auch entstehen, wenn aufgrund höherer Außentemperaturen bereits Regen fällt, die Oberfläche der Freifläche jedoch durch die Vortage unter 0° C liegt. Es ist also überlegenswert und auch praktikabel, die Temperaturmessung mit einer Feuchtemessung zu verbinden. Derartige Regler und Fühler sind lieferbar /15/.

Allerdings ist hierbei die Systemträgheit insbesondere bei Speicherheizungen zu berücksichtigen. Es sollte eine Mindestheizzeit programmiert werden, so dass nach dem Abtauen ein schnelles Wiedervereisen weitgehend vermieden werden kann. Dennoch bleibt es illusorisch, bei sich abzeichnender Gefahr von Frostbildung oder Schneefall und zunächst abgeschalteter Anlage in sehr kurzen Zeiten eine ausreichend hohe Oberflächentemperatur erreichen zu können.

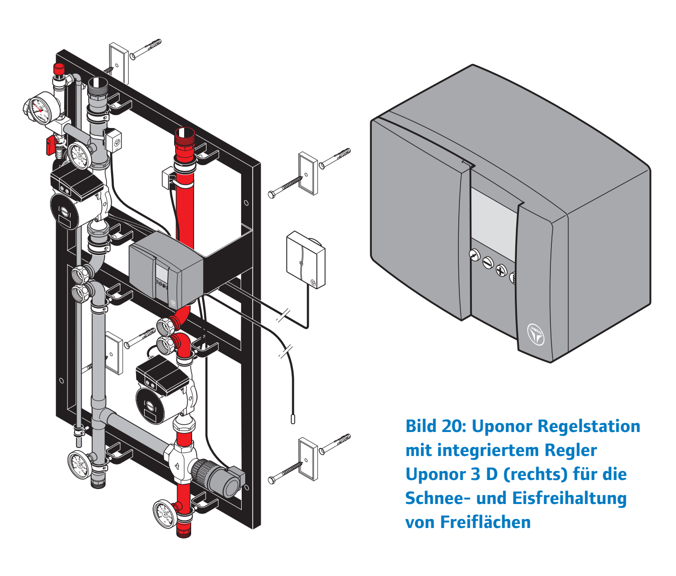


Bild 20: Uponor Regelstation mit integriertem Regler Uponor 3 D (rechts) für die Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen

Bei der Wahl der maximalen Vorlauftemperatur ist neben energetischen Gesichtspunkten die Schädigung der Freifläche, im Beispiel der Naturrasen, auszuschließen. Auf die Temperaturbeständigkeit der Einbauteile ist Rücksicht zu nehmen. Beispielsweise sollten HDPE – Rohre dauerhaft keinen höheren Temperaturen als 40 °C ausgesetzt werden.

Tab. 9: Funktion, Meßstellen und Grenztemperaturen

Aufgabe	Regel komponente	Fühler	Aktivierung
Inbetriebnahme (Pumpe etc.)	Schaltmodul Temperatur modul 1	Außen- temperatur	unterhalb 7 °C
Standard- temperatur oder Schneeabtauen	Regelmodul	Boden- temperatur 8 cm	4 °C 4 … **8** … 12 °C
Schutz System	Temperatur- modul 1 Temperatur- modul 2	Rücklauf- temperatur Vorlauf- temperatur	min. 1 °C z.B. max. 40 °C
Schutz Rasen	Temperatur- modul 2	Wurzel- temperatur 15 cm	max. 24 °C
	Bodenfühler antihygroskopisch im Schutzrohr (austauschbar)		

Rohrleitungen im Rasen sollten keine größeren Abstände als 30 cm aufweisen. Damit bleibt eine zu große Temperaturwelligkeit an der Oberfläche ausgeschlossen, die zu Teilvereisungen an der Oberfläche zwischen den Rohren führen könnte. Auch ist die dabei entstehende Rohrleitungslänge in Anbetracht der Rohrdimension (20mm) hinsichtlich der Druckverluste unproblematisch.

Hinsichtlich einer gleichmäßigen Temperaturverteilung an der Oberfläche und dem Vermeiden unnötig hoher Systemtemperaturen ist folgendes hilfreich:

- Verzicht auf zu große Temperaturspreizungen zwischen Vor- und Rücklauf
- Wärmedämmung der Anschlußverrohrung
- kurze, gleichlange Rohrregisterlängen
- Strömungsumkehr.

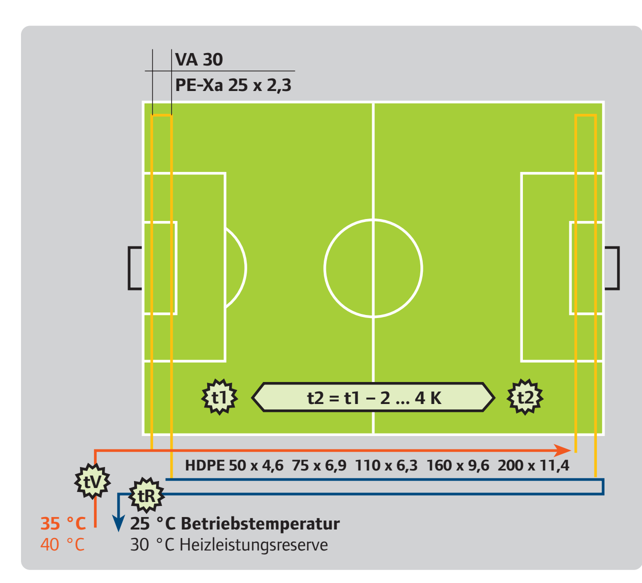


Bild 21: Rohrregisteranordnung und wärmetechnische Parameter der Rasenheizung

In der Regel erfolgt der Rohrregisteranschluss an Sammelleitungen, die nach dem TICHELMANN – Prinzip an der Längsseite des Spielfeldes im Graben verlegt sind. (Bild 22). Die tiefere Lage der Sammelleitung ermöglicht auch die unproblematische Kompensation der thermisch bedingten Ausdehnung der einzelnen Rohrregister.

Der Anschluß der Rohrregister an konventionelle Verteiler und Sammler ist aufgrund der realisierbaren Rohrleitungslängen und des meist fehlenden Aufstellortes in Spielfeldnähe selten.

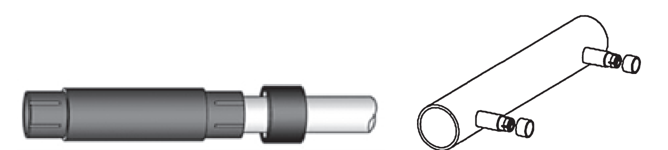


Bild 22: Sammelleitungen aus HDPE mit Rosex-Kupplungen (Wirsbo)

Unter Berücksichtigung der Teilverschattung der Rasenfläche werden auch Anlagen propagiert, die auf beiden Seiten der Spielfläche Sammelleitungen aufweisen. Damit ist es theoretisch möglich, infolge einer veränderten Durchströmung der Register nach dem Wechselströmungs- oder Gegenströmungsprinzip Einfluss auf gewünschte Temperaturunterschiede auf der Rasenfläche zu nehmen.

In Anbetracht der Zeitkonstante der Rasenheizung und der Dauer einer bestimmten Witterung einschließlich Sonneneinstrahlung erscheint der größere Investitionsaufwand gegenüber dem Nutzen als jedoch wenig gerechtfertigt. Auch wiegen die Mehrkosten zur Montage mehrerer Sammelleitungen die geringen Kosteneinsparungen eines etwas geringer dimensionierten Registerrohres ohne Umkehrung auf.

Als Werkstoff für erdverlegte Rohrleitungen eignet sich besonders hochdruckvernetztes Polyethylen nach Verfahren Engel (PE-Xa) wegen der Rißunempfindlichkeit. Diese Rohre werden erfolgreich in hochbeanspruchten Bauteilen wie z.B. Walzbetonböden in Industriehallen (Bild 23) und im Outdoor – Bereich (insbesondere beim ausgrabungsfreien Rohrleitungsbau) wegen folgender Vorteile eingesetzt:

- Langlebigkeit des Kunststoffrohres d.h. Standzeiten von mehr als 100 Jahren (äußerst hohe Zeitstandsinnendruckfestigkeit; normkonformer Nachweis; Zertifizierung)
- hohe mechanische Beanspruchbarkeit und Temperaturbeständigkeit z.B. S-4-Test: keine schnelle Rißfortpflanzung beim Kerbtest (künstliche Keilspaltung) und sehr niedrigen Temperaturen (-50° C)
- Verlegefreundlichkeit infolge hoher Flexibilität.

Die Rohregister werden unter dem Rasen in einem Sandbett verlegt, so dass die mechanische Beanspruchung nur infolge des Erdreichverdichtens auftritt. Deshalb werden gelegentlich auch trotz eines größeren Verformungspotenzials Mehrschichtenver-





Bild 23: Einbau von Uponor velta PE-Xa Rohren im Walzbeton – ein Beton mit groben Zuschlagstoffen, verdichtet mit Straßenbautechnik

bundrohre verlegt, die eine im Vergleich zum Kunststoffrohr geringere thermisch bedingte Ausdehnung aufweisen. Das kann hinsichtlich des Einbaus der Anschlußrohre im Erdreich von Vorteil sein. Aber auch bei Kunstrasenheizungen können Mehrschichtenverbundrohre wegen geringer Verformungen vorteilhaft sein, da ungeachtet der geringen Rohrüberdeckung keine Unebenheiten der Oberfläche des Kunstrasens verursacht werden.

Tab. 10: Thermisch bedingte Längenänderung unterschiedlicher Werkstoffe, bezogen auf quer in der Rasenfläche verlegte Rohre

Rohrwerkstoff	Thermische bedingte Längenänderung bei 70 m und $\Delta t = 40K$
PEX (vernetztes Polyethylen)	560 mm
PP (Polypropylen)	504 mm
MLC (Mehrschichtenverbundrohr)	70 mm
Stahl (verzinkt)	32 mm

3. Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen

Spielt möglichst oft durch die 25. Gasse, erkennbar an den Rohren der Rasenheizung.
Dort hat der Gegner seinen Schwachpunkt.

Fiktive Traineranweisung

Natürlich soll die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen infolge einer gleichmäßigen Temperaturverteilung ohne das Auftreten einer Temperaturwelligkeit an der Oberfläche zu weitgehend homogenen Platzverhältnissen führen. Dabei ist auf die Konstruktion des Unterbaus (DIN V 18 035) Rücksicht zu nehmen.

Beim Einbau spezifischer Systeme wird einerseits zwischen Kunst- (DIN V 18 035-7) oder Naturrasen sowie Nachrüstung und Neubau unterschieden.

Im englischen Spitzenfußball statteten bereits 1981 die Queens Park Rangers das Stadion mit einem sandverfüllten Kunstrasen aus, der jedoch von den anderen Fußballklubs abgelehnt und daraufhin wieder durch Naturrasen ersetzt wurde. Die Akzeptanz des Kunstrasens (LUKOWSKI /20/) nahm in den Folgejahren aufgrund zahlreicher Weiterentwicklungen zu. Seit 2003 wurden Kunstrasen-Projekte in Salzburg, Örebro, Moskau, Dunfermline und Alemelo durchgeführt, die positiv verliefen. UEFA, FIFA und nationale Verbände lassen unter bestimmten Voraussetzungen internationale Spiele (alllerdings nur Vorrunden) und Begegnungen in den jeweiligen Ligen (Schweiz: 1. Liga; Italien: Serie A ab 2006; Deutschland: bisher ab 4. Liga, im Rahmen des Jugendförderungskonzepts für Bundesligaklubs Nachweis eines Kunstrasenplatzes) zu. Voraussetzung ist allgemein eine geprüfte Kunstrasenkonstruktion. Kriterien wie Verletzungsgefahr, Alterung, Klimaresistenz und vor allem auch die Spiel- und Balleigenschaften im Vergleich zwischen Natur- und Kunstrasen (z.B. Ballverhalten) werden bei der Wahl der Rasenart herangezogen.

Das „Qualitätskonzept Kunstrasen“ der FIFA enthält die Labels „FIFA – genehmigt“ und „FIFA – geprüft“. Die UEFA vergibt ein „UEFA Test CERTIFICATE“.

Kunstrasen nach DIN V 18 035-7 wird danach unterschieden, ob die sog. Polschicht (Oberseite des Kunststoffbelages mit den Fasern), unverfüllt oder sand- bzw. Sand-Granulat-verfüllt ist. Der „Anhang A1 – Belagstypen und Anwendungsbereiche“ enthält die Varianten des Kunstrasens und gibt die Eignung für Sportarten wie Fußball, Hockey und Tennis an.

Für Fußball eignet sich besonders ein Kunstrasen mit teilverfüllter Polschicht, die Granulat (z.B. bis 10 kg/m^2 bei darunterliegender Elastikschicht), aber gegenüber früheren Ausführungen weit weniger Sand aufweist, welcher lediglich der Gewichtsstabilisierung dient. Das Granulat ist Recycling-Material (z.B. Gummigranulat aus Autoreifen) oder Kunststoff (EPBD).

Von einer noch in den 90er Jahren bevorzugten Variante mit einem hohen Sandanteil (Bild 24) hat man sich getrennt: Sand birgt einerseits Verletzungsgefahren, andererseits wird die Wasserableitung infolge der sukzessiven Verdichtung und Kompaktierung des Sandes im Laufe der Nutzung problematisch. Auch verschlossen nicht selten Sandverunreinigungen die Drainagesysteme.

Hinsichtlich der Balleigenschaften (z.B. Rollen) empfehlen sich längere gerade oder auch gekräuselte Fasern. Auch ist das Granulat in seiner Menge den gewünschten Balleigenschaften dienlich (Bild 25).

Heute wird allgemein eingeschätzt, daß ein Kunstrasen gegenwärtig die mittlere Qualität eines Naturrasens aufweisen kann.

Tab. 11: FIFA Qualitätskonzept – Anforderungen für Fußballfelder mit Kunstrasen (Auszug)

LABORATORY TESTS - PLAYER / SURFACE INTERACTION

Property	Test Method	Test method	Test conditions			Requirement	
			Preparation	Temperature	Condition	FIFA Recommended **	FIFA Recommended *
Shock Absorption	FIFA 04/05-01 & FIFA 10/05-01	Flat foot Mean 2nd / 3rd impact	Pre-conditioning	23°C	Dry	60% - 70%	55% - 70%
					Wet		-
			Simulated Wear	23°C	Dry		55% - 70%
			-	40°C	Dry		-
		Flat foot 1st impact	-	-5°C	Frozen	60% - 70%(1)	-
Vertical Deformation	FIFA 05/05-01 & FIFA 10/05-01	Flat foot Mean 2nd / 3rd impact	Pre-conditioning	23°C	Dry	4mm - 8mm	4mm - 9mm
					Wet		-
			Simulated Wear	23°C	Dry		4mm - 9mm

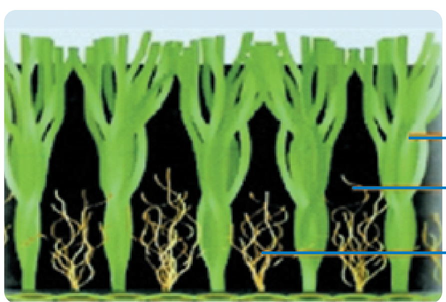
1 Surfaces that fail the shock absorption test at -5°C may only be installed on pitches that have an under pitch heating system or in locations that do not experience temperatures below 0°C.



Bild 24: Kunstrasen: Kunstfasern in Tufting-Technik mit Quarzsandverfüllung (DLW Sportfloor, 1990)



Bild 25: Kunstrasen neuer Generation mit geringerer Sandverfüllung und Root-Zone zur Stabilisierung der Verfüllung (ASPG, 2004)



Die Schnee- und Eisfreihaltung eines Kunstrasens wird ähnlich der Naturrasenheizung ausgeführt, wobei in Abhängigkeit der sehr unterschiedlichen Rohrüberdeckung der Rohrabstand variiert wird. Alternativ werden Kunstrasenflächen mit Absorbermatten (Werkstoff EPDM) realisiert, die relativ oberflächennah eingebaut werden.

Kunstrasenflächen sind im Sommer durchaus problematisch. Es wurden Temperaturen von 50 bis 60° C gemessen, die Verletzungen der Sportler zumindest begünstigen. Eine Kunstrasenheizung könnte im Sommer jedoch auch als Absorber arbeiten, um die Wärme abzuführen.

Weiterentwicklungen des Kunstrasens /18/ sind wie folgt angezeigt:

- konstruktive Gestaltung des Kunstrasens
  - Verbesserung des Fasermaterials (lange, weiche Fasern; Struktur der Polschicht) und Dimensionsstabilität des Rückens
- Zeitstandsverhalten
  - gleichbleibende sportspezifische Charakeristika (z.B. Fußballrollbewegung)
  - geringe Alterungserscheinungen (z.B. UV – Beständigkeit)
- Umweltverträglichkeit
  - Brandsicherheit
  - Entsorgung und Recycling.

Bild 26 verdeutlicht die Konstruktion der Kunstrasenheizung mit einer sog. Absorbermatte. Allerdings wird die damit im Gegensatz zur Beheizung des Naturrasens argumentativ bessere Regelfähigkeit und niedrigere Vorlauftemperatur infolge geringerer Rohrüberdeckung durch die oberhalb der Heizrohre integrierte Elastikschicht weitgehend aufgehoben (Tab. 11). Auch ist die zusätzliche Versandung bzw. Auffüllung mit Gummigranulat des Kunstrasens zu berücksichtigen.

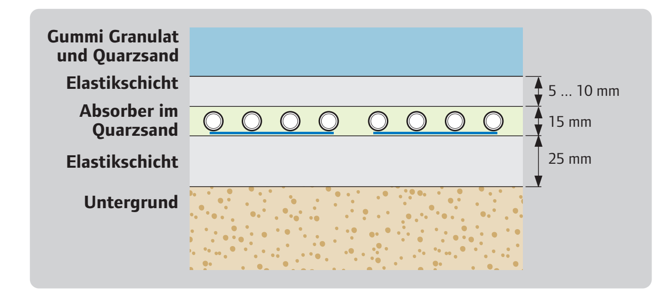


Bild 26: Absorbermatte als Bestandteil einer Kunstrasenheizung

Tab. 12: Wärmetechnisch relevante Parameter des Kunst- bzw. Naturrasens

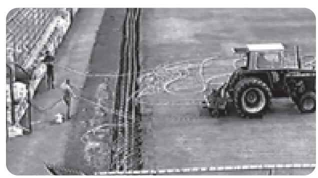
	Rohrüberdeckung	Material	Wärmeleitfähigkeitskoeffizient λ
Kunstrasen	10 mm	Kautschuk	ca. 0,1 W/(m.K)
Naturrasen	200 mm	Sand	wassergesättigt 1,7...2,5 W/(m.K) trocken 0,3...0,6 W/(m.K)

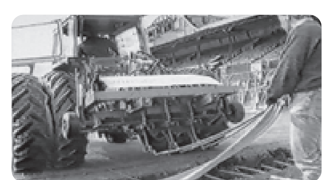
Hinsichtlich der besten Funktionalität (z.B. Ableiten des Schmelzwassers) ist der Neubau zu bevorzugen, obwohl die Gesamtkosten im Vergleich zur Nachrüstung zunächst höher liegen.

Im Fall der Nachrüstung bei noch funktionstüchtiger Rasendecke werden die Rohre mit speziellen Hilfsgeräten wie z.B. Verlegeraupen in die Rasendecke eingezogen (Bild 27 /16/). Dabei ist zu berücksichtigen, dass das später abtauende Wasser in geeigneter Weise von der Spielfläche abgeführt werden muss. Bei fehlender Drainage bzw. unzureichendem Gefälle (das Gefälle liegt meist zwischen 0,5 und 1%) können Probleme für die Rasendecke entstehen. Auch muss das Rohr hinreichend tief eingebettet werden, um es vor Beschädigungen im Zusammenhang mit der Rasenpflege (z.B. Bodenlockerung) und Spielfeldmarkierung zu schützen. Für das Einziehen der Rohre steht natürlich Präzisionstechnik zur Verfügung.

Bei neu zu errichtenden Rasenflächen ist der Aufbau sowohl nach Vorgaben des Landschaftsarchitekten als auch des Fachplaners für Heizungstechnik zu gestalten. Einerseits ist eine strapazierfähige und pflegeleichte Rasendecke einschließlich der biologischen Verträglichkeit zu sichern, andererseits ist die energiesparende Betriebsführung zu garantieren. Leider finden nicht immer gemeinsame Beratungen zwischen den Planungsbeteiligten statt, um die bestmögliche Lösung zu finden.









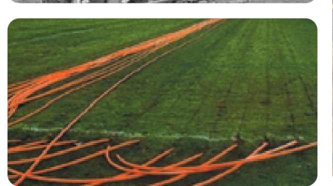




Bild 27: Nachträglich unter die Rasendecke eingezogene PE-Xa Rohre (Wirsbo) /18/

HABEGGER /16/ und insbesondere SKIRDE/PÄTZOLD /17/ weisen zu Recht auf die Planung des Untergrundes nach energetischen Gesichtspunkten hin. Niedrige Systemtemperaturen und ein rasches Aufheizen sind realisierbar, wenn ein guter Wärmetransport von der Heizebene zur Oberfläche gesichert wird. Das erreicht man durch eine möglichst geringe Rohrüberdeckung und eine gute Wärmeleitfähigkeit der dabei verwendeten Baustoffe. Unter der Heizebene liegende Schichten sollten eine quasi wärmedämmende Funktion übernehmen, damit der Wärmetransport in das ggfs. grundwasserdurchsetzte Erdreich vermindert wird.



Bild 28: Neubau der Spielfläche einschließlich ehemaliger velta Schnee- und Eisfreihaltung in der AOL- Arena des Hamburger SV

Angaben zu den Wärmeleitkoeffizienten von Bodensubstanzen zeigen, dass die von SKIRDE/PÄTZOLD empfohlene Vorzugslösung zu Recht genannt wird. Aus wärmetechnischer Sicht ist nicht anzuraten, die Heizrohre in die Drainageschicht einzubetten, weil diese aufgrund ihrer Funktion grobkörniger ist und damit im Vergleich zum Mutterboden eine ungünstigere Wärmeleitfähigkeit aufweist (Bild 29 und 30). Andererseits kann eine wärmeleitfähige Rasentragschicht großer Dichte hinsichtlich der (Schmelz-) Wasserableitung problematisch sein.

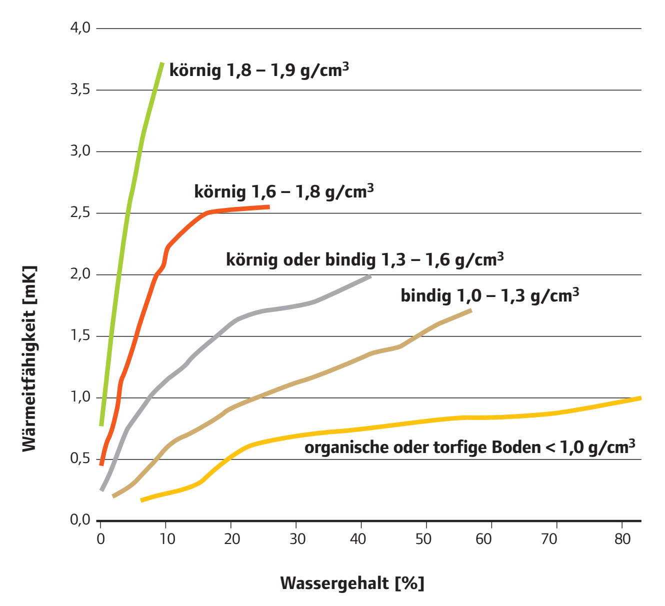
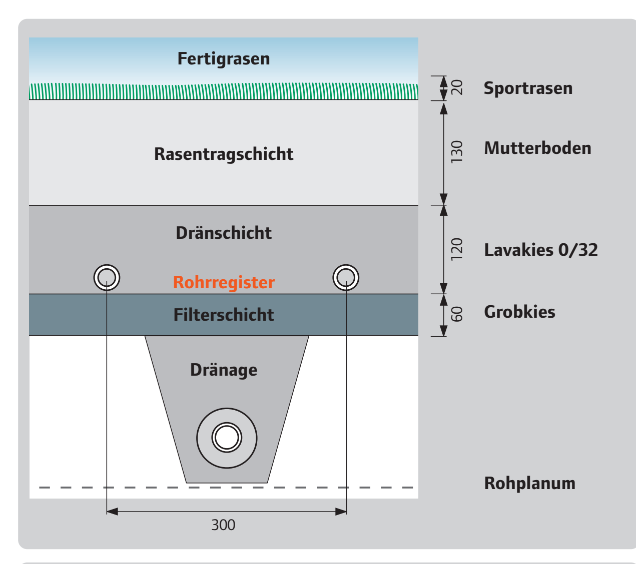


Bild 29: Wärmeleitfähigkeit von Böden unterschiedlicher Konsistenz in Abhängig keit von Wassergehalt und Rohdichte nach SALOMONE/ KOVACS /14/

Die der Planung zugrunde zu legenden Werte der Wärmeleitfähigkeiten der Bodenschichten und ggfs. Einbauteile sind aus Unterlagen zur Nutzung des Untergrundes als Wärmequelle oder –senke (z. B. VDI 4640 für Erdreichkollektoren und Erdwärmesonden) sowie technischen Arbeitsblättern der Baustoffhersteller problemlos zu entnehmen.

Beispielhaft geben die Gleichungen (3.1) bis (3.4) die Wärmeleitfähigkeitskoeffizienten λ für gefrorene und ungefrorene Böden unterschiedlicher Konsistenz wieder.



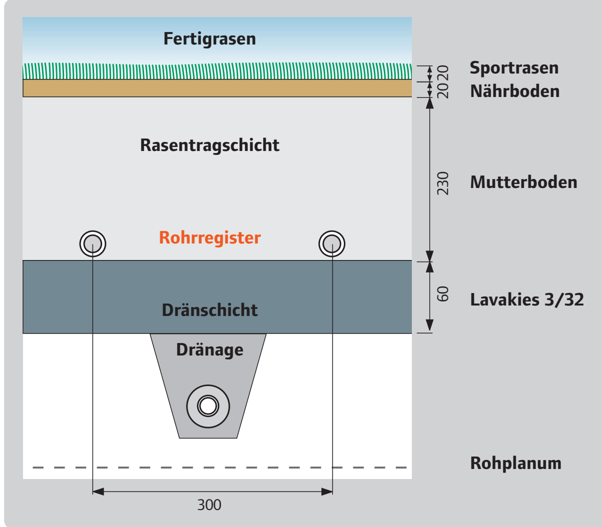


Bild 30: Wärmetechnisch ungünstige Möglichkeit (oben) und Vorzugsvariante (unten) einer Rasenheizung nach SKIRDE/PÄTZOLD /17/

Sand, ungefroren	$\lambda = 0{,}1442\,(0{,}7 \cdot \lg(w) + 0{,}4) \cdot 10^{(0{,}6243 \cdot \rho)}$	(3.1)
Sand, gefroren	$\lambda = 0{,}01096 \cdot 10^{(0{,}811 \cdot \rho)} + 0{,}00461 \,.\, w \,.\, 10^{(0{,}9115 \,.\, \rho)}$	(3.2)
Schluff und Ton, ungefroren	$\lambda = 0{,}1442\,(0{,}9 \cdot \lg(w) - 0{,}2) \cdot 10^{(0{,}6243 \cdot \rho)}$	(3.3)
Schluff und Ton, gefroren	$\lambda = 0{,}001442 \cdot 10^{(1{,}373 \cdot \rho)} + 0{,}01226 \cdot w \cdot 10^{(0{,}4994 \,.\, \rho)}$	(3.4)

mit
- λ Wärmeleitfähigkeitskoeffizient in W/(m · K)
- ρ Trockendichte in g/cm^3
- w Wassergehalt in %.

Wärmetechnisch wünschenswert wären oberflächennahe Rohre, so dass verringerte Betriebszeiten und niedrigere Vorlauftemperaturen zu höherer Energieeffizienz führen würden. Nochmals soll jedoch darauf hingewiesen werden, dass Lage bzw. Überdeckung der Rohre durch das mechanische Bearbeiten des Naturrasens wie z.B. Tiefenlockern oder des Nebengeländes wie z.B. Lochen festgelegt sind. Diese Maßnahmen dienen dem Erhalt der Flächen, wobei Durchlüftung und Wasserableitung im Mittelpunkt der mechanischen Bearbeitung stehen. Die Eindringtiefe der Klauen (Bild 31) beträgt dabei 15 bis 20 cm, so dass eine hinreichend große Überdeckung der Rohre gewählt werden muß.

Tab. 13: Wissenswertes zur Schnee- und Eisfreihaltung des Naturrasens im Stadion der Freundschaft des FC Energie Cottbus

PE-Xa – Rohre nach Verfahren Engel	28 000 m
Inhalt Wasser-Glykol-Gemisch	12 000 ltr.
Anschlußleistung der Fernwärmestation	2000 kW
Montagezeit für das Rohrregister (3 Monteure)	5 Tage
Kostenanteil der Wärmeverteilung und -übergabe an den Gesamtkosten der beheizten Rasenspielfläche	ca. 10%

Im Stadion der Freundschaft des FC Energie Cottbus wurde im Jahr 2003 eine Schnee- und Eisfreihaltung der Naturrasen-Spielfläche ausgeführt. Hierzu abschliessend spiegeln die Bilderserie 32 und Bild 33 die Vorgehensweise beim Neubau.

Die Gesamtkosten für das neue beheizte Spielfeld betrugen ca. 1,1 Millionen Mark. Hierin sind auch die Kosten für die Wärmeerzeugung enthalten.





Bild 31: Tiefenlockern des Rasens und Lochen des Nebengeländes

Tab. 14 und 15 enthalten einige Erfahrungswerte hinsichtlich der energetischen Aufwendungen für den Betrieb von Rasenheizungen. Die Werte sind jedoch aufgrund unterschiedlicher geografischer und nutzerseitiger Randbedingungen kaum vergleichbar und verallgemeinerungsfähig.

Frühere Publikationen enthielten auch Angaben zu den Betriebskosten in Abhängigkeit des Rasenwachstums. Heute ist davon auszugehen, daß die Wärmezufuhr sich darauf kaum auswirkt.

Tab. 14: Stromkosten in Abhängigkeit des Graswachstums zwischen der 7. und 16. Woche (Schweden, enthalten in /3/)

Stromkosten (2,4 Dpf/kWh)	Wachstum
4 200 DM	2,5 cm
7 800 DM	6,5 cm
13 800 DM	9,0 cm

„Über die laufenden Kosten von Rasen – Sportplätzen konnten bei den angesprochenen Stellen keine speziellen Angaben gemacht werden, weil die Vorteile so schwer wiegen, dass es sich nicht lohne, darüber Buch zu führen."

Tab. 15: Erfahrungswerte zum Energieeinsatz bei Rasenheizungen

Stadion/ Klub	Heizperiode	Energie-verbrauch	Bemerkung
Tingvalla, Karlstad	14.3. – 28.4.1973	415 MWh	
dto.	11.3. – 30.4.1976	432 MWh	
Tivoli Innsbruck	10.2. – 18.3.2005	420 MWh	Tagesschnitt 11,7 MWh
dto.	3.3. – 16.3.2004	125 MWh	Tagesschnitt 9, 6 MWh



Abtragen der alten Rasenfläche



Vermessungsarbeiten



Anlegen der Beregnungsanlage



Einbringen der unteren Sandschicht



Rohrverlegung: PE-Xa Rohre auf Schiene



30 000 m PE-Xa Rohre verlegt...

Bildserie 32 – 1: Einbau der Rasenheizung im Stadion des FC Energie Cottbus





Anschluß der Heizkreise an HDPE Rohre, grabenverlegt längs des Spielfeldes

Auftragen der oberen Sandschicht und des Mutterbodens als Rasentragschicht



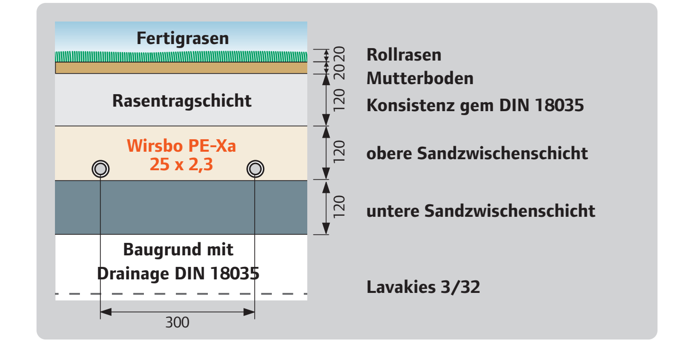
Aufbringen des Rollrasens



Walzen und Nachbehandeln (z.B. Aerifizieren) des Rasens



Gerüstet für die 1. und 2. Bundesliga!



Bildserie 32 – 2: Einbau der Rasenheizung im Stadion des FC Energie Cottbus

Randbedingungen zum Planen und Betreiben einer Rasenheizung sind folgende:

1. Die Heizwassertemperaturen sollten im Vorlauf max. 30 °C (Standardfall) bzw. 40°C (Frost) betragen, um eine Schädigung der Rasendecke zu vermeiden.
2. Die Rohranordnung in Verbindung mit üblichen Temperaturspreizungen zwischen den Vor- und Rücklaufsammelleitungen im Volllastfall von ca. 10 bis 15 K verursachen Oberflächentemperaturunterschiede auf dem Rasen von ca. 2 bis 3 K, bei ungedämmten Sammelleitungen auch mehr, bezogen auf Messungen in der Grasnarbe an beiden Toren.
3. Für die regeltechnisch verwertbare Temperaturbestimmung empfiehlt sich eine Mittelwertbildung der an unterschiedlichen Stellen gemessenen Werte. Die Meßorte sollten spielfeldspezifisch festgelegt werden.
4. Die Temperaturmessung erfolgt in der Regel in einer Tiefe von ca. 25 cm (Kontrolle der Graswurzeltemperatur) und 5 cm (Überwachung der Temperatur der Rasendecke).
5. Optional wird auch die Oberflächentemperatur mit temporär aufgelegten Meßaufnehmern bestimmt. Die Werte können jedoch z.B. durch Reif verfälscht werden.
6. Die Temperaturen sollten permanent um 5°C in 5 cm Tiefe liegen. Das Anheben der Temperaturen mit dem Ziel des längerfristigen Schneeabtauens sollte bis max. 15°C in gleicher Tiefe erfolgen.
7. Die Temperaturen sind auch für Sicherheitseinrichtungen zu verwerten.
8. Zum Vermeiden von Schädigungen des Erdreiches und Grundwassers infolge von Leckagen nach mechanischen Beschädigungen der Rohrleitungen wird mitunter ein Auffangbecken für das Wasser – Glykol – Gemisch einschließlich einer Leckage – Warn – Einrichtung vorgesehen.

In praxi wird von diesen Angaben zum Teil abgewichen, was zu Schädigungen der Rasendecke führen kann (Bild 34). Es ist aber darauf hinzuweisen, dass neben der Temperatur zahlreiche andere Einflußgrößen den Rasenerhalt über einen längeren Zeitraum maßgeblich beeinflussen. Hierbei spielen insbesondere auch die Stadionarchitektur und die daraus resultierende Luftführung sowie die Lichtverhältnisse (wirksame Sonneneinstrahlung zur Grasregeneration) eine Rolle (Bild 35). Dazu wird sogar zur Rasenregeneration gelegentlich wie in Arnhem oder Gelsenkirchen (AufSchalke) das Spielfeld aus dem Stadion gefahren. Die Kosten werden dabei mit ca. 17 500 EUR pro Fahrt veranschlagt. In München wurde extra eine 1000 m^2 große beheizte Rasenfläche angelegt, um beschädigte Rasenteile in der Allianz – Arena kurzfristig austauschen zu können.

SIEMENS hat mittlerweile mobile Heizstrahler entwickelt, die eine 5cm dicke Schneeschicht innerhalb einer Stunde abtauen. Die Leistungsaufnahme ist anhand der Betrachtungen von KAST /6/ zu erahnen...

Bayern München

Spiel steht auf der Kippe

Kahn & Co. reagieren entsetzt über die „Sandwüste“

Moskau. Vor dem umstrittenen Gastspiel von Bayern München in Moskau droht der Champions League ein handfester Skandal. 24 Stunden vor dem Anpfiff der Begegnung zwischen dem deutschen Fußball-Meister und Spartak haben unzumutbare Platzverhältnisse im Luschniki-Stadion Entsetzen bei den Bayern ausgelöst und die für heute um 18 Uhr geplante Begegnung erneut stark gefährdet. „Ich glaube nicht, dass wir morgen spielen. Da brechen sich unsere Fußballer alle Knochen“, sagte Manager Uli Hoeneß, als er den Platz gestern beim Abschlusstraining zu Gesicht bekam. „Das ist ein schlechter Witz. Das habe ich noch nie erlebt“, meinte Nationaltorhüter Oliver Kahn.

Nachdem tagelang über die Probleme mit der russischen Kälte geredet und aus Witterungsgründen von der europäischen Fußball-Union Uefa auch ein Umzug nach Monaco erwogen worden ist, droht nun überraschend wegen einer mit Eis überzogenen Sandwüste - Rasen war nicht zu sehen - das Aus für das Spiel. Martin Kallen von der Uefa-Wettbewerbskommission erklärte am Abend das weitere Vorgehen: Der spanische Schiedsrichter Lopez Nieto treffe heute Morgen eine Vorentscheidung. Über eine mögliche Absage werde erst wenige Stunden vor dem Anpfiff entschieden. „Ich denke, dass man nicht spielen kann, aber ich glaube, dass man spielen wird“, befürchtete Trainer Ottmar Hitzfeld.

Der Stadiondirektor soll dem Verband zugesichert haben, dass die Rasenheizung rechtzeitig bis heute für ordentliche Platzverhältnisse sorgt. „Wenn sie Wunder möglich machen können, sehen wir, was bis morgen rauskommt. Ich glaube aber nicht an Wunder“, zweifelte gestern Manager Uli Hoeneß. (dpa)

Bild 34: Gespielt wurde dann doch – mit welcher Vorlauftemperatur die Rasenheizung betrieben wurde, ist unbekannt geblieben...

Lolium Perenne, Festuca Rubra und Poa Pratensis?

> Wenn wir hier nicht gewinnen, dann treten wir ihnen wenigstens den Rasen kaputt.
>
> Rolf Rüssmann (früherer Abwehrspieler, was sonst...)

Auch die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen ist in der Praxis von einer gewissen Mystik umgeben, für die gelegentlich der Green Keeper mit Hinweisen, „Kniffen" und Ritualen zum Erhalt des „heiligen Rasens" sorgt – ohne Leidenschaft geht eben auch hierbei nichts:

- Abschalten der Heizung ca. 2 Stunden vor Spielbeginn mit dem Argument, dass die Oberfläche dann wieder etwas fester wird
- Bearbeiten einer verharschten Oberfläche mit dem Ziel des besseren Wärmetransports und Abtauens
- Veränderung der Vorlauftemperatur nach Gefühl (und Blick zum Himmel...)
- Empfehlungen zur Mixtur der Rasenmischung (Saatmischung mit Lolium Perenne 10%, Festuca Rubra 10% und Poa Pratensis 80%) in Abhängigkeit der Betriebsführung der Heizung.

Bereits 1971 äußerten sich SKIRDE und andere über Erfahrungen mit der Betriebsführung von Rasenheizungen. Hinsichtlich der Äußerungen gibt es heute durchaus andere Auffassungen:

SKIRDE et al (frühere Erfahrungen)	heutige Auffassung
Einsatz perforierter Abdeckfolien aus Gründen der Rasenbiologie (Festfrieren, Erwärmen bei Sonneneinstrahlung) ist ungeeignet.	Richtig. Kein Einsatz von Abdeckfolien.
Beseitigen des problematischen Restschneematsches durch Beregnen	Mechanische Bearbeitung besser.
Verdichtete Rasenfläche (Filz) erfordert höhere Vorlauftemperatur.	Richtig. Ungünstig ist auch ein Abstumpfen mit Sand.
Höhere Heiztemperaturen als ca. 45 °C verursachen eine Aufhellung der artspezifischen Rasenfarbe.	Vorlauftemperatur begrenzt (keine Wurzelschädigung). Sonne und Düngung dann von größerer Bedeutung.
Mit der Rasenheizung wird das Graswachstum (bedeutend) angeregt.	Wachstumszunahme kaum von Bedeutung.

Abschließend soll auf einige wesentliche Einflußfaktoren hinsichtlich der langen Nutzung eines Rasens hingewiesen werden (HABEGGER /16/):

- Bodenart, Struktur (Korngrößen, Wassergehalt, etc.) und Verdichtung
- chemische Zusammensetzung (Salz-, Kalk- und Humusgehalt etc.)
- biologische Charakteristika (Nährstoffe und -versorgung, Bodenatmung, etc.)
- Rasenspezifik (Gräserzusammensetzung, Durchwurzelungstiefe, Pflege, etc.)
- Be- und Entwässerungsverhältnisse
- Luftführung im Stadion
- Verzicht auf Andre Hellers Stadion-Inszenierungen...

Durch eine fachgerechte Planung und Pflege des Spielfeldes sollte ein bis zu 7facher jährlicher Rasenaustausch (!) wie im Fall des Stadions von AC Mailand und Inter Mailand vermieden werden können.



Bild 35: Deutlich sichtbare Verschattung der Rasenfläche im Meazza Stadion von Mailand

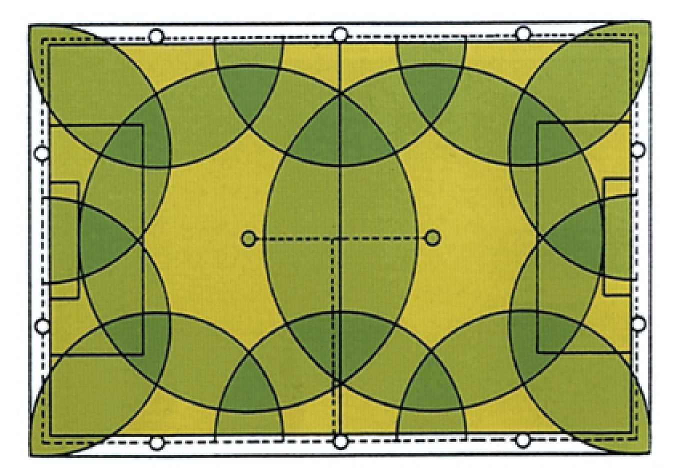


Bild 36: Beregnungsanlage mit Versenkregnern und Ringleitung für ein Groß-Spielfeld mit Tennen-, Naturrasen oder Kunstrasenbelag (Fa. Toro)

Zusammenfassung

Die Schnee- und Eisfreihaltung von Rasenflächen in Fußballstadien ist in den europäischen Spitzen – Ligen zum Standard geworden. Bei Planung und Ausführung der Systeme werden Erfahrungen aus Großbritannien und Skandinavien (z.B. DAHLSSON /19/) genutzt, die bereits Ende der 50er Jahre mit dem Bau von Rasenheizungen begonnen haben. Aber auch in Deutschland hat man seitdem in vielen Stadien positive und leider auch einige negative Erfahrungen gesammelt, die der künftigen Planung neuer Spielfelder entgegenkommen.



Bild 37: Verstoß gegen die „Jenaer Regeln" (1896): Beim Fußball in Deutschland muss das Spielfeld frei von Bäumen und Sträuchern sein...

Allerdings gibt es bisher wenige verallgemeinerungsfähige Aussagen zur energieeffizienten Betriebsführung und den zu erwartenden Betriebskosten. Mit Hilfe dynamischer Rechenmethoden und leistungsstarker Rechner sowie unter Nutzung neuer Erkenntnisse über Wärmetransportvorgänge im Erdreich (DIN EN 13 370) sollte es möglich sein, verläßliche Daten zu erhalten.

Aus Sicht des Umweltschutzes ist eine Wärmeerzeugung vorzusehen, die auf Anfall- und Umweltenergie zurückgreift. Auch bietet

die Fernwärme insbesondere unter Ausnutzung des Prinzips der Rücklaufauskühlung bestehender Netze vorteilhafte Möglichkeiten der Wärmeerzeugung. Der Einsatz der Edelenergie Strom ist mehr als fragwürdig, solange nicht eine gegenüber Wasser – Glykol – Gemisch führenden Anlagen deutlich verbesserte Betriebsführung mit drastisch verkürzten Aufheiz- und Betriebsphasen nachgewiesen ist.

Uponor verfügt über ein komplettes System zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen und über jahrzehntelange Betriebserfahrungen. Im Mittelpunkt steht mit den Rohren aus hochdruckvernetzten Polyethylen nach Verfahren Engel (PE-Xa) ein Rohrwerkstoff, der auch für diese spezielle Anwendung unübertroffen ist.

Literaturverzeichnis

> Ich lerne nicht extra französisch für die Spieler, wo diese Sprache nicht mächtig sind.
>
> Mario Basler (Fußballer-Original und Wortakrobat)

/1/ KOLLMAR, A. — Bautechnische Gestaltungen von Fußboden- und Deckenheizungen
gi Gesundheitsingenieur 74 (1953) Heft 7/8

/2/ POPPE, U. — Elektrische Beheizung befestigter Freiflächen (Fahrbahnen, Brücken und Flugpisten)
VDI – Berichte Nr. 162, 1971

/3/ BRAUN, O. P. — Elektrische Beheizung unbefestigter Freiflächen
VDI – Berichte Nr. 162, 1971

/4/ - — NOWA – Studie. Vom Wärmeschutz zur Energieeinsparung. Berlin 1997.

/5/ KAST, W. — Wärmebedarf bei Freiflächenheizungen
VDI – berichte Nr. 162, 1971

/6/ KAST, W./ KLAN, H. — Auslegung von Freiflächenheizungen
HLH Nr. 41 (1990) 8 und 43 (1992) 2

/7/ SCHLAPMANN, D. — Garantiert schnee- und eisfrei (Auslegung und Auswahl von Freiflächenheizungen)
sbz 8/2002, S. 50 – 53

/8/ PILLER, W./ PENTENRIEDER — Thermische Schnee- und Eisfreihaltung von Flug betriebsflächen – Fiktion oder Wirklichkeit?
Fernwärme international – FWI 20 (1991) 10

/9/ MINKS, P. — Glykol tut wohl
sbz 4/1992

/10/ GANTER, M. — Einfluß von Frost- und Korrosionsschutzmitteln auf Glykolbasis auf Pumpenkennlinien und Durchflußwiderstände
HLH 34 (1983) 9

/11/ - — Grundlagen für die Planung von Kreiselpumpenanlagen
SIHI-Gruppe, SIHI-HALBERG, Ludwigshafen, 1978

/12/ - — Pumpen – Technisches Handbuch
VEB Verlag Technik Berlin, 7. Auflage, 1987

/13/ - — Kreiselpumpen – Lexikon
KSB Pumpen Armaturen, 3. Auflage, Frankenthal, 1989

/14/ - — Erdgekoppelte Wärmepumpen
IZW-Berichte 2/92, Fachinformationszentrum Karlsruhe

/15/ - — tekmar Regelsysteme. D 174.2 – Eis- und Schneemelder für Freiflächen.
Werksschrift

/16/ HABEGGER, E. — Überlegungen zum Bau von Sportrasenflächen
Rasen – Turf – Gazon 4 (1981)

/17/ SKIRDE; W./ PÄTZOLD, H. — Bodenheizung für Rasensportfelder – Aufgaben, Entwicklungsstand und thermospezifischer Bodenaufbau
sb 6/97

/18/ - — MELTAWAY YTVÄRME – Haller torrt och varmt pa golv och mark
WIRSBO, Västeras, 1988

/19/ DAHLSSON, S.-O. — Ergebnisse und Erfahrungen von beheizten Rasenspielflächen aus langjähriger Sicht
RASEN – TURF – GAZON 3/1976

/20/ LUKOWSKI, S. — Planung, Bau und Sanierung von Kunstrasenflächen
Skript, Bad Blankenburger Sportstättentagung, 2004
Bundesinstitut für Sportwissenschaft und Deutscher Sportbund

/21/ - — Sport braucht Sportanlagen! Schulsport, Freizeitsport, Breitensport, Leistungssport, Zuschauersport.
IAKS, Köln.

/21/ AUGUSTIN, E./ VON KEISENBERG, P./ ZASCHKE, CHR. — FUßBALL UNSER
Süddeutsche Zeitung GmbH, München, 2005

Ausgewählte internet Adressen

www.uponor.de	Flächenheizung und -kühlung: Systeme, Produkte, Objekte, Dienstleistungen
www.fifa.com	Weltfußballverband, homepage z.B. Anforderungen an Spielflächen: FIFA Quality Concept – handbook of test methods and requirements for artificial turf football surfaces, 02.2005
www.uefa.com	Europäischer Fußballverband, homepage
www.dfb.de	Deutscher Fußballbund
www.bundesliga.at	Österreichische Fußball-Bundesliga
www.fussballportal.de	Fußball-Portal mit Datenbanken, Infos etc.
www.stadionwelt.de	Stadionliste (weltweit), Bauvorhaben, etc.
www.geoversi.nrw.de	Projekt GeoVerSi des Ministeriums für Verkehr, Energie und Landesplanung des Landes Nordrhein-Westfalen zur Beheizung von Straßen und Brücken mit Erdwärme
www.grundfos.de	Druckverlustberechnung (WinCAPS, auch für viskose Flüssigkeiten)
www.horst-schwab.de	Rollrasen – Ausführungsvarianten
www.sl-plan.de	Kunststoffrasen – Überblick und Kommentare
www.astroplay.de	Kunstrasen – Überblick und Vorzugsvariante mit Granulat (product line der ASPG Deutschland GmbH)
www.dessodlw.com	homepage der Desso DLW Sport Systems (z.B. Kunst- und Naturrasen)
www.green-fields.nl	Kunstrasen unterschiedlichster Konstruktion
www.rona.de	Behandlung von Rasenflächen, Zuschlagstoffe für Rasentragschichten etc.

Besonderer Dank gilt Ing. Wieland Tempel (Uponor Außenbüro Dresden) für zahlreiche Hinweise und vor allem die fachgerechte Betreuung der Heizungsfachfirma KAGO (Norderstedt), welche die Montage der Anlage zur Schnee- und Eisfreihaltung des Naturrasens im Stadion der Freundschaft des FC Energie Cottbus ausführte.

Dr. Marco Freiherr von Münchhausen

Effektive Selbstmotivation – so zämen Sie Ihren Inneren Schweinehund

Es geschah am Abend – da hat er wieder zugebissen!
Ich wollte endlich wieder mal nach der Arbeit joggen, hatte mir schon alles hergerichtet – aber dieser Schweinehund, dieser innere Schweinehund, hat sich so an mir festgebissen und mich auf das Sofa gezerrt, dass ich nicht mehr nachgeben konnte – ich blieb zu Hause. Die Folge: Heute plagt mich das schlechte Gewissen, weil ich so schwach bin! Ach, Sie kennen das, den Kampf mit dem inneren Schweinehund? Das ist dieser unsägliche innere Widerstand, den wir immer wieder überwinden müssen, wenn wir etwas in unserem Leben verändern wollen.

Was ist das nur für eine Kraft, die uns oft abhält, etwas Neues anzugehen? Wieso sind so viele unserer guten Neujahrsvorsätze schon Mitte Januar „Schnee von Gestern" geworden? – Natürlich, es ist der innere Schweinehund! Er frisst unsere Vorsätze! Daher ist Neujahr das „Festival der Schweinehunde"! Alle guten Vorsätze, die wir für das neue Jahr fassen, lassen ihnen das Wasser in den Mäulern zusammenlaufen: Soviel Futter ist ihnen selten vergönnt.

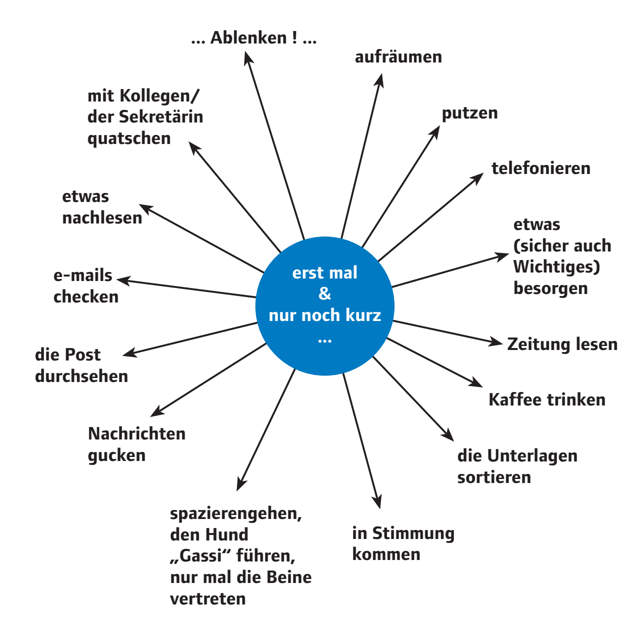
Der Schweinehund in uns taucht meistens dann auf, wenn wir uns eine Veränderung unserer Gewohnheiten vornehmen oder ein immer wieder aufgeschobenes Projekt endlich in Angriff nehmen wollen. Doch selbst wenn wir uns durchgerungen haben und dabei sind, etwas zu verändern oder umzusetzen, ruht er nicht und versucht uns mit allen Mitteln dazu zu bringen, unsere Bemühungen wieder aufzugeben. Seine Argumente sind banal, gleichzeitig aber genial und verführerisch, da sie unmittelbar einleuchten und uns meistens eine momentane Erleichterung oder Befriedigung versprechen.

Sollte es nicht langsam an der Zeit sein, seinen beschränkenden Einfluss auf uns zu mindern und die unsichtbaren Grenzen dort zu überschreiten, wo es um die Verwirklichung unserer Vorhaben und unser persönliches Wachstum geht?

Dafür gilt es als erstes klar zu erkennen, in welchen Lebensbereichen uns dieser Saboteur immer wieder austrickst. Und das ist erfahrungsgemäß von Mensch zu Mensch sehr verschieden und beruht wohl darauf, dass unsere Schweinehunde unterschiedliche Begabungen und „Ausbildungen" haben. Infolgedessen haben sie sich – wie wir Menschen auch – spezialisiert. Zwar wird jeder Schweinehund in mehreren Alltagssituationen aktiv, aber fast alle haben – je nach Struktur und Persönlichkeit ihres Herrchens oder Frauchens – ein oder zwei Hauptaktionsfelder. Auf der nächsten Seite finden Sie eine Übersicht mit den häufigsten Aktionsbereichen des Schweinehundes.

Bereich	insbesondere	Bereich	insbesondere
1 Im Bereich von Gesundheit und Ernährung	■ Gesundheitschecks beim Arzt ■ gesunde Ernährung, Abnehmen ■ Aufgeben ungesunder Gewohnheiten	7 Vor wichtigen Entscheidungen	■ Berufswahl oder -wechsel ■ Wohnungswechsel ■ in Beziehung und Partnerschaft
2 Bei Fitness und Bewegung	■ regelmäßige Bewegung, z. B. Joggen, Fitnessstudio und sonstiger Sport ■ Verzicht auf´s Autofahren	8 Im Kontakt mit anderen	■ wichtige Briefe und Telefonate ■ fällige Einladungen und Besuche ■ Rückgabe entliehener Sachen ■ Ehrlichkeit im Familie, Partnerschaft, Freundeskreis
3 Im Berufsalltag	■ regelmäßige Zeitplanung ■ Ablage abarbeiten ■ Ehrlichkeit und Integrität ■ Fortbildung	9 Wenn es um Zivil-Courage geht	■ in der Öffentlichkeit für eine Person oder Sache Partei ergreifen ■ eine Rede halten ■ Engagement in Politik, Sozialem und Umwelt
4 Beim Durchziehen von Projekten	■ Ausbildung ■ Prüfungsvorbereitung ■ Abschlussarbeiten und Promotion ■ Präsentationen	10 Bei Bildung und Kultur	■ mehr lesen/weniger fernsehen ■ Theater, Konzerte, Vorträge und Ausstellungen besuchen
5 Neues anzupacken oder zu lernen	■ Umgang mit Computer und Internet ■ Tanzkurs ■ Musikinstrument ■ Fremdsprache	11 Innehalten und Selbstbesinnung	■ Innehalten und Ruhen ■ Meditieren ■ Zeiten der „Einkehr“ ■ auch mal „nichts zu tun“
6 Beim Aufräumen und Ordnung halten	■ Keller, Speicher, Garage ■ Gartenarbeit ■ Bügeln ■ Schreibtisch, Schubladen, Schränke ■ Akten und Ordner	12 Und allgemein insbesondere	bei allem, wozu wir uns aufraffen und überwinden müssen oder einer Gefahr ins Auge blicken sollen

Die beliebtesten Ablenkungsmanöver



Der Schweinehund als Saboteur – Tricks und Taktiken auf einen Blick

I. Er verhindert schon im Vorfeld die Entscheidung durch	
1. die Unmöglichkeitstaktik	„Ich kann nicht" „Das kann keiner" „Das hat keinen Sinn"
2. Tarnkappenspiele	Pflichterfüllung falsche Rücksichtnahme Deckmantel der Moral
3. Unverbindlichkeit	müsste, sollte, könnte, dürfte man …
4. Verzögerungstaktik	„Ich kann noch nicht …" „Ich muss erst noch …"
5. Verharmlosung	„Ist nicht so wild" / „macht doch nichts" „Andere tun´s doch auch (nicht)"
6. Unzuständigkeit	„Warum gerade ich?" „Ich bin nicht verantwortlich!" „Andere können das besser!"
7. Traditionsfloskeln	„Das war schon immer so!" „Das habe ich noch nie so gemacht!"
8. Sicherheitsdenken	„Bloß nichts riskieren!" „Besser den Spatz in der Hand!"
9. bequem ist bequem	„Besser sitzen als schwitzen!"

II. Er bringt den Wurm in die Entscheidung durch:	
1. bloßes „Versuchen“-Wollen	■ „Ich werde versuchen zu …“ ■ „Mal seh´n, ob ich das schaffe …“
2. die Nebeltaktik	■ ungenaue Formulierungen ■ Komparative wie „mehr, häufiger, gesünder“ usw. ■ mal, bald, irgendwann,
3. den Freigeist	■ ohne Plan, ohne Termine
4. Herkulesvorhaben	■ zu viel vornehmen („jetzt aber …!“)

III. Er sabotiert die Ausführung unserer Vorhaben durch:	
1. Ablenkungsmanöver	■ noch nicht in Stimmung sein ■ nur noch kurz XY tun / erst einmal aufräumen ■ sich etwas gönnen ■ Spontanhandlungen
2. Ausnahmefallen	■ der „besondere“ Anlass ■ „einmal ist keinmal“
3. die Abbruchstaktik	■ „Viel zu anstrengend!“ ■ „Bringt nichts!“ ■ „Man lebt nur einmal …“
4. den verhängnisvollen Blick auf andere	■ „Die/der tut´s ja auch (nicht)!“ ■ gemeinsam nichts tun/„sündigen“

IV. Und hinterher lässt er uns:	
1. Opferlieder singen	■ Sündenböcke finden ■ „Ich kann ja nichts dafür!“ ■ Absolution suchen
2. oder destruktive Versager-lieder	■ „Ich schaff eh´ nichts!“ ■ „Alles hat keinen Sinn …“

Die vier Grundregeln im Leben mit dem Schweinehund

1. **Wir können vor ihm nicht weglaufen …**
Schweinehunde sind extrem anhänglich und ihrem jeweiligen Herrchen oder Frauchen immer ergeben und treu. Sie kommen immer hinterher und lassen sich nicht abschütteln. Sie mögen noch so schnell laufen oder in die entferntesten Regionen dieses Planeten fliegen – Ihr Schweinehündchen wird Sie als blinder Passagier begleiten. Schon so mancher dachte, er habe es geschafft und sei endlich alleine auf Reisen. Doch schon als der Herr der hübschen Stewardess ein Kompliment machen wollte, merkte er: sein kleiner Begleiter war mit an Bord! –

… und auch vertreiben lässt er sich nicht!
Schweinehunde kommen immer zurück. Mögen sie auch noch so unliebsam aus dem Hause gejagt worden sein, nach kurzer Zeit sind sie wieder da, und sei es durch die Hintertüre. Verschmitzt lächelnd wird Ihr kleiner Schweinehund durch den Türspalt grinsen, während Sie vielleicht schon feiern, endlich Ihr Leben alleine zu regieren. Irrtum! Und versuchen Sie es bitte auch gar nicht erst mit irgendwelchen Sicherheitsvorkehrungen. Ein Schweinehund kennt alle Tricks, sich wieder einzuschleichen. Noch dazu ist er ein Meister der Verkleidung und des Sichunsichtbar-Machens. Da kann es schon vorkommen, dass er schon wieder eine ganze Weile an ihrer Seite ist, bis Sie es bemerken.

2. **Wir können ihn auch nicht auf Dauer einsperren!**
Viele Menschen versuchen ihren inneren Schweinehund in den tiefsten Verließen ihrer Persönlichkeit hinter Schloss und Riegel zu legen, indem sie ihr Leben in den festen Griff eiserner Disziplin pressen. Doch damit ist der Schweinehund keineswegs besiegt – im Gegenteil: er ist nur in die Schattenseite der Person verbannt und wird dort (unsichtbar und somit umso gefährlicher) wie jeder Gefangene alles daransetzen, auszubrechen und gegebenenfalls sogar Rache zu üben – je

nachdem, wie unbarmherzig und hart die Haft im inneren Kerker für ihn war. Und eines weiß er: Auf Dauer ist strengste Disziplin nicht durchzuhalten. Wer seinen Schweinehund einsperrt, muss notgedrungen immer wieder mal „die Sau rauslassen"…

3. **Wir sollten ihm allerdings auch nicht die Herrschaft überlassen!**
   In einem Staat, der jedem Widerstand nachgibt, entsteht Anarchie. – Wenn wir willenlos unserem inneren Schweinehund folgen, werden wir früher oder später gar nichts mehr „auf die Reihe" bekommen … und „kommen auf den Hund"! – Das ist also mit Sicherheit nicht die Lösung, so einfach sie erscheinen mag. Die Folgen für uns wären wohl so schlimm, wenn nicht schlimmer, als die der laissez-faire-Erziehung für viele Kinder der sechziger und siebziger Jahre. Wenn man bisweilen Menschen begegnet, die völlig im Griff ihres Schweinehundes leben, wird einem schnell klar, dass dieser Weg nicht erstrebenswert ist! – Nein:

4. **Wir können nur lernen, mit ihm zu leben – ihn zu zähmen!**
   Das bedeutet zunächst, ihn als sogar notwendigen Lebensbegleiter zu akzeptieren, den Wunsch zu entwickeln, sich intensiv und ehrlich mit ihm auseinanderzusetzen, um dabei klar zu erkennen, bei welchen Gelegenheiten er uns mit welchen Tricks ins Handwerk pfuscht. Gleichzeitig geht es natürlich darum, Strategien und Mittel zu finden, die es uns ermöglichen, trotzdem (ja sogar Hand in Hand mit unserem kleinen Begleiter) unsere Ziele und Vorhaben zu verwirklichen! Und wenn uns das gelingt, dann haben wir nicht nur „Schwein gehabt" …

Viel Glück!! … Und viel Spaß damit !

Das Schweinehunde – Charakterprofil !

- Auf den ersten Anschein **sabotiert er unsere Vorhaben**, trickst uns aus, verhindert unsere Vorsätze und agiert als störender Widersacher und Bremser im Leben.
- In vielen Fällen will er **uns jedoch nur vor Überforderung, Überarbeitung und Überanstrengung bewahren** und verhindern, dass wir durch unsinnige Auswüchse heutiger Leistungsmentalität unsere eigenen Grenzen auf selbstschädigende Weise überschreiten.
- Im Grunde genommen **will er nur unser Bestes**, insbesondere will er dafür sorgen, dass es seinem Herrchen oder Frauchen **im Augenblick** so schnell wie möglich gut geht und unsere Grundbedürfnisse auf die einfachste und naheliegendste Weise befriedigen. Dabei hat er keine Vorstellung von Zukunft und ist auch **abstrakten Ideen und Plänen nicht zugänglich**.
- Im übrigen ist er **wie ein kleines Kind** und will es möglichst gemütlich haben, spielen, verrückte Dinge tun, auch mal chaotisch sein, naschen, kuscheln, ausruhen, faulenzen und so manches, was kleine Kinder eben sonst noch so mögen. Wie ein Kind ist er schelmisch, verspielt, versucht uns auszutricksen, ist manchmal widerspenstig und selten folgsam; doch primär nicht um uns zu schaden, sondern nur, weil er in der Gegenwart seinen und unseren Spaß und Wohlbefinden haben will und sich allem widersetzt, was dem entgegenzuwirken scheint.

Dies ermöglicht völlig **neue Aspekte im Umgang mit unserem Schweinehund**, allerdings nur, wenn wir ihm wachsam und bewusst begegnen:

1. Wir können **auf ihn achten**, wenn er uns auf sinnvolle Grenzen in unserem Leben hinweisen will (insbesondere, wenn wir wieder mal dabei sind, uns zu überfordern). Dies bedeutet natürlich zu lernen, auf uns selber zu achten.
2. Wir können **von ihm lernen**, ab und zu **wieder einmal Kind zu sein**, also im Augenblick zu leben, für unser momentanes

Wohlbefinden zu sorgen, es uns einfach gut gehen zu lassen, zu entspannen, zu faulenzen, zu genießen, zu schwelgen, unseren inneren Schelm und Schalk rauszulassen, spontan zu sein, mal wieder etwas Verrücktes zu tun, zu weinen oder lachen und unser sonstiges kindliches Potential neu entdecken.

3. **Trotzdem** gilt es, dem inneren Schweinehund **Grenzen zu setzen**, um unsere sinnvollen Ziele zu verwirklichen, ohne uns von ihm dabei sabotieren zu lassen. Wie bei einem kleinen Kind dürfen wir ihm keine uneingeschränkte Freiheit lassen. Auch er muss lernen, dass es immer wieder darum geht, sich erneut aufzuraffen, sich zu überwinden und auf dem Weg zu einem Ziel durchzuhalten.

Lassen Sie Ihrem Schweinehund eine gewisse „Nische“, wo er leben darf! Nehmen Sie ihn an der Hand, reden Sie mit ihm und lernen Sie auch, ihm zuzuhören! Gegebenenfalls verhandeln Sie mit ihm, aber hören Sie auf, ihn ständig zu bekämpfen! Je mehr Sie ihn annehmen, desto weniger wird er Ihre Vorhaben bekämpfen. Und sollten Sie dennoch überzeugt sein, es gehe nicht ohne inneren Kampf, dann betrachten Sie es wenigstens als spielerischen Wettkampf.

Lassen Sie Ihren Schweinehund ruhig mal gewinnen, dann wird er Sie auch gewinnen lassen!

So können Sie aus einem vermeintlichen Gegner einen Verbündeten machen. Mit der Zeit werden Sie immer schneller erkennen, wann es darum geht, auf den Schweinehund zu hören wie auf einen guten Ratgeber (sozusagen als Botschafter der „weisen inneren Stimme“), und wann es darum geht, ihm Grenzen zu setzen und seinen Widerstand zu überwinden. Lebenskünstler haben eine gute Balance zwischen sinnvollen „Schweinehundezeiten“ und Aktionszeiten !

Auch Sie können Ihren Schweinehund fragen, **welchen Zweck** er in Ihrem Leben für Sie verfolgt, was er für Sie erreichen will. Der innere Schweinehund verfolgt (auch, wenn er uns zu hindern scheint) fast immer eine positive Absicht für uns. Die ist jedoch von Mensch zu Mensch und oft auch von Situation zu Situation verschieden. Je vertrauter Sie mit ihm werden, umso eher werden Sie es herausfinden und umso leichter wird es Ihnen fallen, Ihren kleinen Begleiter anzunehmen!

Am besten, Sie unterbrechen jetzt kurz die Lektüre, nehmen sich etwas zu Schreiben und beantworten folgende **drei Fragen**:

Frage 1 Wie würde Ihr Leben aussehen, wenn Sie keinen inneren Schweinehund hätten? Welche positiven und negativen Folgen hätte das wohl für Sie?

Frage 2 Wenn Ihr innerer Schweinehund – den Sie vielleicht bisher nur als Widersacher erlebt haben – in Ihrem Leben einen positiven Zweck verfolgen würde, welcher könnte das sein? (Natürlich können es auch mehrere Zwecke sein!)

Frage 3 Was könnten Sie von Ihrem inneren Schweinehund vielleicht wieder lernen?

Vielleicht können die nun gewonnenen Erkenntnisse auch Ihnen helfen, das Phänomen des inneren Schweinehundes in einem anderen Licht zu sehen, und auch Ihren eigenen leichter zu akzeptieren. Werden Sie mit ihm vertraut, zähmen Sie ihn, dann wird er Sie immer weniger sabotieren. Vielmehr wird er Sie möglicherweise sogar schwanzwedelnd begleiten oder Ihnen sogar helfen! Lassen Sie sich überraschen!

Warum ist es nur so schwer, von alten Gewohnheiten zu lassen und sich stattdessen ein neues sinnvolleres oder gesünderes Verhalten anzueignen ... und es auch beizubehalten?

Diesen und ähnlichen Fragen bin ich in meinen Seminaren und genauso in meinem eigenen Leben immer wieder begegnet! Sei dies nun das tägliche Joggen, die gesündere Ernährung, Bücherlesen statt soviel Fernsehen, regelmäßiges Tagebuchschreiben oder

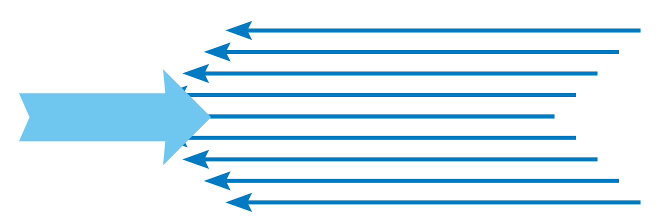
mehr Zeit für Familie und Freunde ... – Es scheint einfach nicht zu genügen, dass wir uns klarmachen, wie nützlich und erfreulich eine Sache für unser Leben wäre. Und es reicht leider in den meisten Fällen auch nicht, mit großer Begeisterung etwas Neues anzufangen ... viele Menschen geben nach einiger Zeit wieder auf ... natürlich mit der „Unterstützung“ und den Tröstungen ihres inneren Schweinehundes, der ihnen dann eine phantasievolle Auswahl an Ausreden anbietet.

Was die meisten Menschen nicht ausreichend berücksichtigen, ist die Kraft unserer Gewohnheiten, besser gesagt, ihre Widerstandskraft! Dies ist eine ungeheuer starke Kraft, die wir allerdings zumeist nicht bewusst wahrnehmen. Demzufolge neigen wir auch dazu, sie gewaltig zu unterschätzen ... und so erliegen wir ihr immer wieder. – Um damit auf eine andere Weise umgehen zu können, ist es sinnvoll, sich klarzumachen, wie diese Kraft in uns wirkt:

Wenn man mit einer neuen Tätigkeit beginnt, ist es häufig so, als würde man gegen den Strom schwimmen, gegen den Strom der vertrauten Gewohnheiten.



Der Strom der vertrauten Gewohnheiten (d.h. unserer Programme und Konditionierungen).



Neues Verhalten, mit dem man zunächst gegen den Strom der alten Gewohnheiten schwimmen muss.

Genau dieses „Gegen-den-Strom-Schwimmen-Müssen“ ist äußerst ermüdend. Und so ist es kein Wunder, wenn viele Menschen mehr oder weniger schnell die Flinte wieder ins Korn werfen und aufgeben. Verständlich, aber verhängnisvoll. – Erschöpft wie wir uns fühlen, schließt uns unser Schweinehund wieder in die Arme.

So, das war die schlechte Nachricht! Aber es gibt auch eine gute: Dieses Problem besteht nur am Anfang und löst sich mit der Zeit in Wohlgefallen auf, ja besser gesagt: in Wohlgefühl! – Denn anders als bei einem Fluss, der seine Richtung nie ändern wird, können wir die Richtung, also den Lauf unserer Programme in unserem Nervensystem, ändern ... uns sozusagen umprogrammieren und damit unsere Gewohnheiten verändern. Voraussetzung ist allerdings, dass wir dabei die Gesetzmäßigkeiten und Eigenschaften der Nervensysteme beachten. Nervensysteme mögen zwar hartnäckig erscheinen, aber sie sind keinesfalls böswillig. Sie sind durchaus fähig und willig umzulernen, man muss nur wissen wie!

Stellen Sie sich bitte einmal vor, Sie gehen an einem strahlenden Sommermorgen über eine taufrische Wiese. Nach einer Weile drehen Sie sich um, blicken zurück und sehen die Spur, die Sie im nassen Gras hinterlassen haben. Doch die Wirkung dieser Spur ist nicht von langer Dauer: Schon nach kurzer Zeit wird sich das Gras wieder aufgerichtet haben und es wird nicht mehr erkennbar sein, wo Sie die Wiese überquert haben.

Nur wenn Sie immer wieder und immer auf genau der gleichen Trasse über die Wiese gehen, wird mit der Zeit ein kleiner – zunächst noch schmaler – Trampelpfad, später vielleicht sogar ein Weg entstehen. Und so ähnlich ist es mit der Umprogrammierung Ihres Nervensystems: Wenn Sie einen neuen „Verhaltenstrampelpfad“ anlegen wollen, dann müssen Sie immer wieder und immer an der gleichen Stelle, d.h. auf die gleiche Weise und am besten zur gleichen Zeit die neue Tätigkeit ausführen (z.B. jeden Tag, zur gleichen Zeit, auf der gleichen Laufstrecke joggen).

Nach einer gewissen Zeit, wenn Sie einen neuen Trampelpfad in Ihrem Nervensystem angelegt haben, also eine neue Gewohnheit geschaffen haben, schwimmen Sie nicht mehr gegen den Strom, sondern es ist Ihnen gelungen, seine Richtung zu ändern und Sie schwimmen mit dem Strom der neuen Gewohnheit!

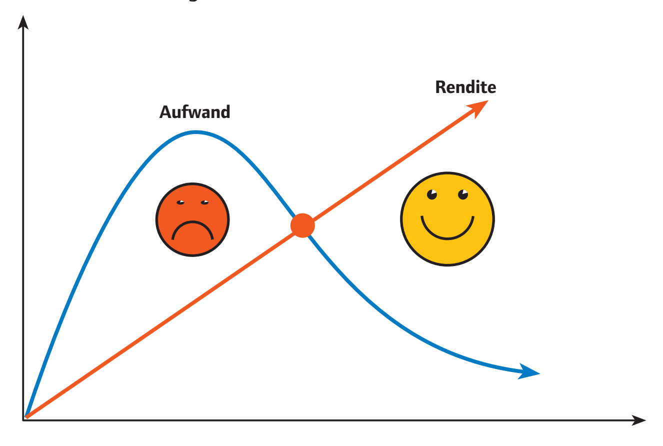


Achtung: „Aller Anfang ist schwer“ – und zwar in doppelter Hinsicht: Zum einen ist das erforderliche Investment am Anfang besonders hoch. Schließlich schwimmen Sie ja noch gegen den Strom Ihrer alten Programmierung – oft ein gewaltiger Kraftakt. Zum anderen kann Ihnen gleichzeitig der „return on investment“ (also die momentan spürbare Rendite in „Wohlgefühlseinheiten“) noch relativ gering erscheinen.

So können am Anfang beim Laufen Fußschmerzen, Atemprobleme und Muskelkater überwiegen, ohne dass Sie merken, was Sie für Ihre Gesundheit und Fitness wirklich tun. – Wenn Sie sich zum Nichtraucher entwickeln wollen, dann kann es durchaus vorkommen, dass der Frust über den Mangel an Nikotin und der Verzicht auf die vertraute Geste – etwa das Anzünden einer Zigarette nach dem Essen – überwiegen, während die Verbesserung Ihrer Kurzatmigkeit nur schwach spürbar sein mag. Aber das ist eben nur der Anfang. Wenn Sie kontinuierlich weitermachen und am Ball bleiben, dann erreichen Sie bald den „magischen Punkt“, an dem sich das Verhältnis von Investment und Rendite umkehrt! (Jetzt haben Sie sozusagen den Trampelpfad angelegt, und eine neue Gewohnheit geschaffen.) Von nun an wird es Sie nicht mehr soviel Selbstüberwindung und Kraft kosten, während der Profit für Ihr Wohlbefinden und Ihre Fitness stetig zunimmt. Jetzt haben Sie einen wirklich guten „return on investment“ ! – Dieser „magische Punkt“ ist dann gewissermaßen der „point of no return“:

Jetzt wird es immer unwahrscheinlicher, dass Sie wieder umkehren, da die Rendite ständig steigt und der Selbstüberwindungsaufwand immer geringer wird! – ... und auch Ihr Schweinehund hat schlechte Karten, Sie bei diesem Verhalten wieder auszutricksen – wenn er es überhaupt noch will, denn jetzt schwimmt er ja mit im Fluss der neuen Gewohnheit!

Wie die Abbildung veranschaulicht, sind neue Vorhaben gerade in der Anfangsphase bis zum magischen Punkt stark gefährdet. In dieser Phase sind wir den Attacken unseres inneren Schweinehundes besonders ausgesetzt. Das offensichtliche Missverhältnis von



Investment und Rendite liefert ihm eine Fülle von Argumenten, warum wir besser abbrechen, aufgeben und so schnell wie möglich die gewohnte Komfortzone wieder aufsuchen sollten. Diesen „Berg“ in der Anfangsphase gilt es zu überwinden! Da wir in diesem Gebirgszug oft mit den hinterhältigsten Angriffen unserer Schweinehunde rechnen müssen, hat er den Namen „Schweinehunde-Rücken“ !

33 Tipps im Umgang mit dem Schweinehund

1 Erkennen, wo uns der Schweinehund begegnet
Machen Sie sich bewusst, in **welchen Lebensbereichen** ihr innerer Schweinehund Ihnen am meisten in die Quere kommt und Sie sabotiert.

2 Erkennen, wie er uns austrickst Stellen Sie fest, mit welchen der vielen **Tricks und Taktiken** Ihr Schweinehund sie am meisten sabotiert.

3 Ihn akzeptieren
Sie können weder vor ihm weglaufen noch ihn vertreiben oder auf Dauer einsperren. Sie können nur lernen, ihn zu zähmen. Dabei geht es nicht darum, ihn zu bekämpfen, sondern ihn (vielleicht sogar als notwendigen und sinnvollen) Teil Ihrer Persönlichkeit zu akzeptieren und zu integrieren.

4 Seinen positiven Zweck für Sie entdecken
Angenommen, Ihr Schweinehund (den Sie vielleicht bisher nur als Widersacher empfunden haben) würde in Ihrem Leben auch einen positiven Zweck für Sie verfolgen, welcher könnte das sein?

5 Manchmal auch auf ihn hören
Nicht immer ist der Widerstand des Schweinehundes schädlich. Manchmal will er Sie vor Überforderung bewahren, also auf sinnvolle Grenzen in Ihrem Leben hinweisen. Hier können Sie von ihm lernen, auf sich selber zu achten.

6 Auch von ihm lernen
Sie können von **ihm lernen** ab und zu **wieder einmal Kind zu sein**, also im Augenblick zu leben, für Ihr momentanes Wohlbefinden zu sorgen, es sich einfach gut gehen zu lassen, zu entspannen, zu faulenzen, zu genießen, zu schwelgen, Ihren inneren Schelm und Schalk rauszulassen, spontan zu sein, mal wieder etwas Verrücktes zu tun, zu weinen oder lachen und Ihr sonstiges kindliches Potential neu entdecken.

7 Wählen Sie „Etiketten“ der Möglichkeit
Die Wahl der Worte beeinflusst Ihre Sicht der Dinge und Ihre Gefühle. Sagen Sie in Zukunft statt „ich muss“ – „ich müsste“ – „ich sollte“ lieber: „ich will“ – „ich möchte“ – „ich kann“ – „ich werde“ – „ich darf“. Das verändert nicht die Tatsachen, aber die Einstellung, mit der Sie sie angehen.

8 Druck alleine genügt auf Dauer nicht
Wer sich ständig unter Druck setzt, hat nicht nur wenig Spaß im Leben, er weckt auch den Gegendruck seines inneren Schweinehundes. Je größer der Druck, desto bissiger der Schweinehund ... und ohne Druck liefe sonst nichts.

9 Der Schweinehund in der Zange
Stellen Sie sich einerseits vor, welchen Gewinn Ihnen das erstrebte Verhalten bringen wird und führen Sie sich andererseits deutlich die Nachteile vor Augen, die eintreten werden, wenn Sie Ihr Vorhaben fallen lassen.

10 Suchen Sie Herausforderungen
Einer der maßgeblichen Faktoren, um Spaß an einer Sache zu haben, ist die Herausforderung – aber nur, wenn sie mit den eigenen Fähigkeiten in Balance ist. „Flow“ und Glück erlebt man häufig an der Grenze zur Herausforderung.

11 Vermeiden Sie Überforderung
Unterforderung und vor allem Überforderung sind die größten Motivationskiller im Leben. Wer sich ständig überfordert und gar nicht mehr auf Warnungen seines Schweinehundes hören will, wird es umso häufiger mit dessen Sabotageakten zu tun bekommen.

12 Klare Entscheidungen treffen
Eine eindeutige Entscheidung ist Grundvoraussetzung für den Erfolg Ihres Vorhabens. Erstellen Sie eine Liste mit allen Dingen, die Sie endlich in Angriff nehmen wollen, und treffen Sie dann zu jedem Punkt eine bewusste Entscheidung, ob Sie ihn wirklich angehen wollen. Gegebenenfalls mit einer Vor- und Nachteilsliste.

13 Das Gefühl der Machbarkeit
Wenn Sie ein Ziel erreichen wollen, muss es nicht nur objektiv realistisch sein, sondern Sie brauchen subjektiv im Vorfeld das Gefühl der Machbarkeit – das Gefühl „das kann ich ja schaffen“, „das ist ja wirklich machbar“.

14 Die Technik des Austernessens
Kleine aufgeschobene Dinge gehen Sie an wie beim Austernessen: eine nach der anderen – nie zwei gleichzeitig.

15 Die Technik, einen Elefanten zu essen
Große Vorhaben gehen Sie an wie beim Elefantenessen: in kleine Häppchen schneiden (d.h. in kleine, überschaubare und zeitlich begrenzte Einheiten) und Stückchen für Stückchen essen (d.h. in kleinen Schritten etappenweise erledigen). Am Anfang im Zweifel lieber zu kleine als zu große Häppchen.

16 Konkrete, messbare Ziele setzen
Befehle im Komparativ sind nicht zu verwirklichen. Ohne konkreten Auftrag kann Ihr Gehirn Ihr Vorhaben nicht umsetzen. Und was Sie nicht messen können – können Sie auch nicht überprüfen (also z.B. statt „früher aufstehen“ konkret: „täglich um 6 Uhr aufstehen“).

17 Schriftlich terminieren
Feste Termine sind zur Verwirklichung Ihrer Vorhaben „überlebenswichtig“. Ohne Termine hat Ihr Schweinehund die Macht. Setzen Sie sich feste Endtermine (deadlines), Zwischentermine und konkrete Einzeltermine für jeden Tag – und tragen Sie diese ein!

18 Pausen und Freizeit einplanen
Wer nicht ausreichend Pausen einlegt und sich Freizeit lässt, um zu regenerieren, arbeitet bald mit halber Kraft und wird es mit seinem Schweinehund zu tun bekommen. Aber auch Pausen und Freizeit wollen geplant sein!

19 Priorität 1
Vorhaben, bei denen Sie wahrscheinlich Ihren Schweinehund besonders überwinden müssen, geben Sie schon bei der Planung Priorität 1. Erledigen Sie diese so früh wie möglich am Tag. Schweinehunde- Angelegenheiten haben Vorfahrt!

20 leuchtende Zielbilder
Machen Sie sich ein klares Bild, wie es aussieht, wenn Sie Ihr Ziel erreicht haben werden. Je leuchtender Ihr Zielbild, desto schwächer der Widerstand Ihres Schweinehundes! Bilder überzeugen ihn mehr als rationale Argumente. WYSIWYG: What you see is what you get!

21 Der innere Film
Nutzen Sie die Mentaltechnik der Profisportler: Kreieren Sie sich einen inneren Film, wie Sie Ihr Ziel erreichen werden. Je detaillierter der innere Film, desto einfacher und schneller die Umsetzung in die Tat.

22 Sofort beginnen
Machen Sie den ersten Schritt so schnell wie möglich, fangen Sie einfach schon mal an und gewinnen Sie so einen Vorsprung vor Ihrem Schweinehund. Einfach so! Auch wenn Sie noch nicht ganz in Stimmung dazu sind!

23 Nicht vergleichen
Vergleichen Sie sich nicht mit viel Besseren (denn das zieht Sie runter) und auch nicht mit denen, die aufgeben oder aussteigen (denn das zieht Sie raus), allenfalls mit denen, die durchhalten (denn das zieht Sie mit)!

24 Belohnungen nicht vergessen
Planen Sie Belohnungen schon mit ein und versäumen Sie nicht zu feiern, wenn Sie Ihr (Etappen-)Ziel erreicht haben. Betrügen Sie sich (und Ihren Schweinehund) nicht um die versprochene Prämie!

25 Sich den Anfang leicht machen

Am Anfang ist Ihr Investment an höchsten, die Rendite aber vielleicht noch gering. Machen Sie es sich daher am Anfang so leicht wie möglich. Fangen Sie klein an. Überfordern Sie sich nicht! So bekommen Sie am schnellsten Erfolgserlebnisse.

26 Steigern Sie langsam

Legen Sie die „Latte" langsam aber stetig etwas höher, steigern Sie z.B. jede Woche Ihr Pensum – aber achten Sie gut auf Ihre Grenzen. Sonst schnappt der Schweinehund zu!

27 rhythmische Wiederholung

Um eine neue Gewohnheit zu schaffen, bedarf er der ständigen, rhythmischen Wiederholung. Was auch immer Sie auf Dauer tun wollen, tun Sie es möglichst immer zur gleichen Zeit, am gleichen Ort und der gleichen Weise. Je häufiger die Wiederholung, desto schwächer der Widerstand des Schweinehundes.

28 Achtung Ausnahmefalle

Ausnahmen, besonders wenn sie sich häufen, führen schnell dazu, etwas wieder aufzugeben. Testen Sie, ob die Ausnahme wirklich zwingend ist oder nur ein vorgeschobener Anlass, sich nicht überwinden zu müssen.

29 Nachholtechnik

Wenn Sie wirklich einmal zu einer Ausnahme gezwungen werden, holen Sie das Versäumte bei nächster Gelegenheit nach – möglichst am gleichen Tag, spätestens innerhalb der nächsten Woche. Vermeiden Sie es, Nachholtermine zu häufen!

30 Der 5-Minuten-Trick

Sollten Sie (besonders in der Anfangsphase) Ihr normales Programm aus Zeitgründen nicht durchziehen können, so bleiben Sie wenigstens mit einem Minimalprogramm „am Ball" – und seien es auch nur 5 Minuten. Damit verhindern Sie, aus dem Rhythmus zu kommen!

31 Mit anderen verabreden

Sich mit anderen zum gemeinsamen Training oder sonstigen Aktivitäten zu verabreden, schützt besonders vor Ausnahmefallen. Wer gibt sich schon gerne die Blöße zu „kneifen". Suchen Sie eine homogene Gruppe mit annähernd gleichem Niveau.

32 Die Kraft des Investments

Finanzielle Investitionen lässt man nicht so leicht verpuffen. Ob Kauf oder Abonnement, es wäre „schad´ ums Geld", sie nicht zu nutzen. Ihr Investment fördert so den „return on investment".

33 Schweinehunde-Training

Machen Sie täglich eine (kleine) Schweinehundeübung, etwas, wobei Sie sich überwinden müssen – und am besten (mindestens) einmal jährlich eine größere Schweinehundeübung. So lernen Sie sich und Ihren Begleiter besser kennen und zähmen ihn mehr und mehr.

Bjarne W. Olesen

Berechnung der jährlichen Energieeffizienz von Heizungssystemen nach der EU-Gebäudeenergierichtlinie und den relevanten CEN-Normen

Inhaltsangabe

Seit dem Beginn des Jahres 2006 benötigen europaweit alle Neubauten (Wohngebäude, Gewerbeimmobilien, Industrie usw.) einen auf der berechneten Energieeffizienz des Gebäudes basierenden Energieausweis, der sich u. a. auf Heizungs-, Lüftungs-, Kühlungs- und Beleuchtungsanlagen bezieht. Dieser Energieausweis muss den Primärenergieaufwand bzw. die CO_2-Emissionen angeben.

Die Europäische Organisation für Normung (CEN) erarbeitet zur Zeit eine Normenreihe für Energieeffizienzberechnungen für Gebäude und Anlagen. Dieses Papier befasst sich mit der Richtlinie für die Energieeffizienz von Gebäuden (EPBD, „Energy Performance of Buildings Directive“) und relevanten Normen für Heizungssysteme. Die relevanten CEN-Normen werden vorgestellt und eine Musterberechnung der Energieeffizienz wird durchgeführt, hierzu dient das Beispiel eines kleinen Einfamilienhauses in verschiedenen geographischen Lagen in Stockholm, Brüssel und Venedig.

Die zusätzlichen Wärmeverluste von Heizungsanlagen können 10 bis 20 Prozent des Gebäudeenergiebedarfs ausmachen. Die zusätzlichen Verluste sind abhängig vom Heizmedium, von der Art der Regelung, von der Pumpe und vom Heizkessel. Die bedeutendsten Verluste bei Fußbodenheizung entstanden im Wärmeabgabesystem und im Verteilungssystem für den Betrieb der Umlaufpumpe. Die bedeutendsten Verluste bei Heizkörpern waren Wärmeverteilungs- und Wärmeerzeugungssystem.

Einleitung

Anlagen zur Heizung, Lüftung und Kühlung von Gebäuden sind die größten Verbraucher von Energie und verantwortlich für erhebliche Mengen von CO_2-Emissionen. Die meisten europäischen Länder haben nationale Bauvorschriften, die einen Mindestisolierungsgrad von Gebäuden fordern. Einige Länder definieren die Anforderungen als Energierahmen für das Gesamtgebäude oder das Gebäude einschließlich Heizungsanlage. 2003 verabschiedete die Europäische Kommission (EC) die Richtlinie 2002/91/EC [1].

Diese Richtlinie verlangt von allen Mitgliedsländern bis Januar 2006, Bauvorschriften auf nationaler Ebene zu implementieren. Für Neubauten und bestehende Gebäude erfordert dies eine Berechnung der Energieeffizienz des Gebäudes einschließlich Heizungs-, Lüftungs-, Kühlungs- und Beleuchtungsanlage, basierend auf dem Primärenergiebedarf. Jedes Gebäude muss einen Energieausweis besitzen, und regelmäßige Inspektionen der Heizungs-, Klima- und Lüftungsanlagen müssen durchgeführt werden. Ziel dieser Richtlinie ist es, die Verbesserung der Energieeffizienz von Gebäuden innerhalb der Gemeinschaft zu fördern, unter Berücksichtigung außenklimatischer und lokaler Bedingungen und innenklimatischer Anforderungen sowie der Kosteneffektivität. Diese Richtlinie orientiert sich an der Energienutzung und berücksichtigt nicht einen Energiebedarf über den Lebenszyklus (Energieaufwand für die Erzeugung der Produkte, die zur Errichtung des Gebäudes verwendet wurden).

Die Europäische Organisation für Normung (CEN) hat von der Kommission ein Mandat erhalten: M343-EN-2004 [2]. Dieses Mandat fordert die CEN auf, Normen für eine Methode zu erarbeiten und anzuwenden, um die integrierte Energieeffizienz von

Gebäuden berechnen und die Umweltbelastung entsprechend der Richtlinie abschätzen zu können. Zur Koordination der EPBD-Normung hat die CEN eine EPBD-Projektgruppe einschließlich der folgenden Technischen Ausschüsse (TC, „Technical Committee“) eingerichtet:

- **TC 89** Wärmeleistung von Gebäuden und Gebäudekomponenten
- **TC156** Lüftung von Gebäuden
- **TC169** Licht und Beleuchtung
- **TC228** Heizungsanlagen in Gebäuden
- **TC247** Gebäudeautomatisierung, Regelungen und Gebäudebewirtschaftung

Unter das Mandat fallende Normen müssen also eine integrierte und interaktive Berechnungsmethode darstellen, diese soll anwendbar sein auf Energieeinsätze und Energieverluste für Heizung und Kühlung, Lüftung, Brauchwarmwasser, Beleuchtung, natürliche Beleuchtung, passive Solaranlagen, passive Kühlung, Lage und Ausrichtung, Automatisierung und Regelungen sowie Hilfsinstallationen, die zur Aufrechterhaltung eines angenehmen Raumklimas notwendig sind. Die Methode soll gegebenenfalls die positiven Einflüsse aktiver Solaranlagen sowie Wärme und Strom aus erneuerbaren Energiequellen, hochwertige Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK, einschließlich Mikro-KWK) und Systeme zur Fernheizung und Fernkühlung einbeziehen. Sie sollte außerdem eine Abschätzung der Umweltbelastung durch diese Energienutzung erleichtern und Datenanforderungen für die Durchführung standardisierter Wirtschaftlichkeitsberechnungen für den Einsatz verschiedener Systeme definieren. Die Normen wurden zur Prüfung vorgelegt und basierten auf den eingegangenen Stellungnahmen. Sie werden überarbeitet und entsprechend den normalen Verfahren und vereinbarten Zielterminen in die endgültige Fassung gebracht.

Das vorliegende Papier präsentiert die Methode für die Berechnung der Energieeffizienz von Heizungssystemen. Die relevanten CEN-Normen werden vorgestellt und eine Musterberechnung der Energieeffizienz wird durchgeführt, hierzu dient das Beispiel eines kleinen Einfamilienhauses in verschiedenen geographischen Lagen in Stockholm, Brüssel und Venedig.

Methode

Eine Grundnorm für die Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs (prEN ISO 13790-2005) bildet das zentrale Element des Berechnungsverfahrens. Zum Durchführen dieser Berechnung werden Eingabedaten für innenklimatische Anforderungen, interne Lasten, Gebäudeeigenschaften und klimatische Bedingungen benötigt. Normen und Methoden für diese Eingabedaten existieren bereits in großem Umfang. Die Berechnung des Gebäudeenergiebedarfs berücksichtigt nicht die Heizungs-, Kühlungs- und Lüftungsanlage. Der berechnete Gebäudeenergiebedarf dient dann als Ausgangspunkt für die Berechnung des Systemenergiebedarfs. Bild 1 zeigt das Konzept für das Berechnungsverfahren, das sich auf die bestehende, laufende und geplante Normung stützt.

Bild 2 zeigt die Grenze zwischen Gebäude und System für ein Heizungssystem. Zusätzliche Verluste werden berechnet für Abgabe, Verteilung, Speicherung und Erzeugung der Wärme. Der elektrische Strombedarf für Zubehör wie Lüfter, Pumpen usw. wird ebenfalls berechnet.

Der Effekt der Regelung ist im Gebäudeenergiebedarf enthalten, ebenso die zusätzlichen Verluste im System aufgrund suboptimaler Regelung. Die zusätzlichen Energieeinsparungen durch ein ganzheitliches Gebäudeautomatisierungssystem (Heizung, Kühlung, Lüftung, Elektrogeräte, Beleuchtung usw.) berücksichtigt eine separate Norm (prEN 15232-2005).

Ergebnis der Berechnung (Bild 1) ist die Nettoenergie (Gebäudeenergiebedarf) zusammen mit der erforderlichen Energie für Heizung/Kühlung/Lüftung der Klimatisierungsanlagen (HVAC),

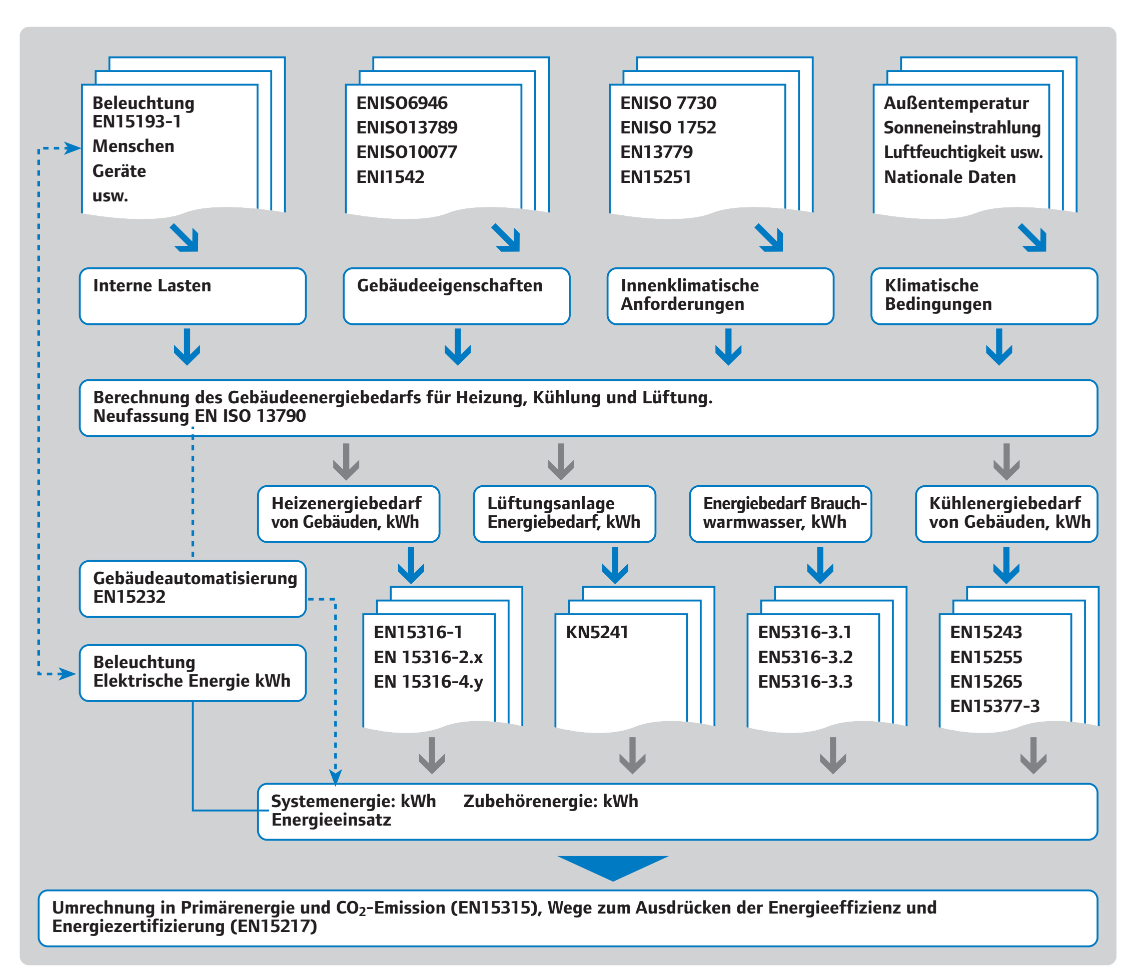


Bild 2 Zusammenhang zwischen einigen der in den Berechnungsverfahren angewendeten Normen

einschließlich Hilfsenergie. Schließlich kann der Gesamtenergieaufwand für das Gebäude/System durch Addieren des Energiebedarfs für alle Systeme berechnet werden, einschließlich Beleuchtung. Dies wird in Primärenergie umgerechnet, unter Berücksichtigung erneuerbarer Energiequellen und nationaler Umrechnungsfaktoren.

Der Berechnungsprozess umfasst drei grundlegende Teilberechnungen: Berechnung der Nettoenergie (Gebäudeenergiebedarf), Berechnung des Energieeinsatzes (Systemenergiebedarf) und Umrechnung in Primärenergie. Die Berechnung des Energieeinsatzes befasst sich mit der Bewertung von Verlusten, die sich bei der Wärmeabgabe, Wärmeverteilung und Wärmeerzeugung ergeben.

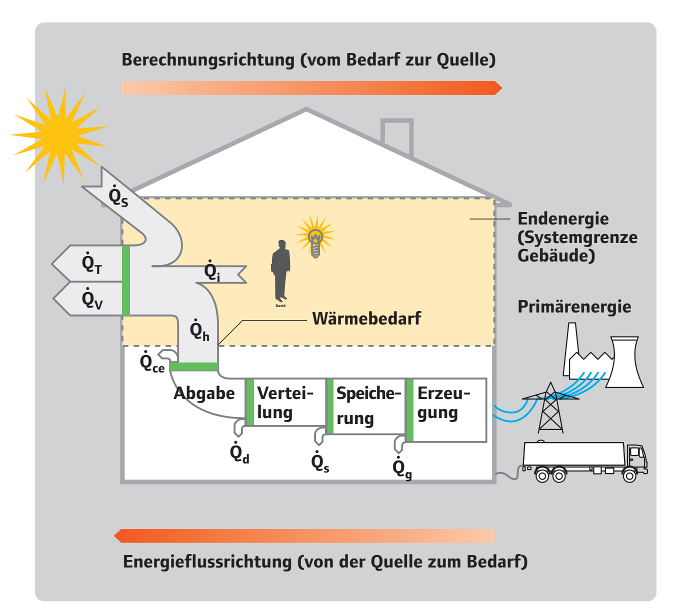


Bild 3. Berechnungskonzept und Gebäude/System-Grenzen für die Heizung

Wärmeverluste aus dem Wärmeabgabesystem

Verluste aus dem Wärmeabgabesystem sind bedingt durch drei Faktoren: nichtgleichmäßige Temperaturverteilung, Verluste nach außen bei Heizelementen, die in der Struktur eingebettet sind, und Verluste durch nichtperfekte Regelung der Innentemperatur. Die Wärmeenergieverluste bei der Wärmeabgabe werden berechnet als:

$$Q_{l,m} = Q_{em,str} + Q_{em,emb} + Q_{em,c} \quad [J] \qquad (1)$$

dabei sind:

$Q_{em,str}$ Wärmeverlust durch nichtgleichmäßige Temperaturverteilung, **[J]**
$Q_{em,emb}$ Wärmeverlust durch Einbausituation von Heizelementen (eingebettet), **[J]**
$Q_{em,c}$ Wärmeverlust durch nichtperfekte Regelung der Innentemperatur, **[J]**

Der Energieverlust durch nichtgleichmäßige Temperaturverteilung kann verursacht werden durch:

- eine Temperaturschichtung infolge der höheren Temperatur unter der Decke und in den oberen Zonen des Raums;
- eine höhere Lufttemperatur und ein höherer Wärmeübergangskoeffizient in der Nähe von Fenstern;
- oder andere Außenflächen durch Konvektion und Abstrahlung aus dem Heizungssystem.

Temperaturschichtung

Bei gegebenem Wirkungsgrad des Wärmeabgabesystems lässt sich dessen zusätzlicher Wärmeverlust $Q_{em,str}$, berechnen als:

$$Q_{em,str} = \frac{1 - \eta_{me}}{\eta_{me}} \cdot Q_h \quad [J] \qquad (2)$$

wobei:

η_{me} die Schichtungseffizienz ist.

Der Wärmeverlust durch nichtgleichmäßige Temperaturverteilung kann auf der Grundlage einer äquivalenten Erhöhung der Raumtemperatur durch die folgende Gleichung berechnet werden:

$$\Delta Q_{em,str} = Q_h \cdot \frac{(\theta_i - \theta_{e,avg} - \Delta Q_i)}{(\theta_i - \theta_{e,avg})} \quad [J] \qquad (3)$$

wobei:

θ_i Innenlufttemperatur
$\theta_{e,avg}$ durchschnittliche Außentemperatur in der Heizsaison
$\Delta\theta_i$ Erhöhung der Innentemperatur (Werte für verschiedene wärmeabgebende Medien enthält prEN)

Die letzte Methode für die Berechnung der Verluste aufgrund von Temperaturschichtung besteht in der Neuberechnung des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes nach EN ISO 13790 mit einer äquivalent erhöhten Raumtemperatur ($\theta_i + \Delta\theta_i$).

Wärmeverluste eingebetteter Flächenheizsysteme durch zusätzliche Wärmeleitung nach außen

Die Methode zur Berechnung der Wärmeverluste eingebetteter Flächenheizelemente durch zusätzliche Wärmeableitung nach außen gilt für Fußboden-, Decken- und Wandheizsysteme oder ähnliche Systeme. In die Berechnung einbezogen werden solche Verluste nur wenn die Gebäudekomponente mit dem eingebetteten Heizelement eine Außenwand ist, oder dem Erdreich, einem unbeheizten Raum oder einer anderen Gebäudeeinheit zugewandt ist.

Diese Verlust werden wie folgt berechnet.
Notwendige Raumwärmeabgabe:

$$Q_i = A \cdot U_i \cdot (\theta_m - \theta_i) \cdot t \quad [J] \qquad (4)$$

Verlust zur anderen Seite:

$$Q_{e,a} = A \cdot U_e \cdot (\theta_m - \theta_e) \cdot t \quad [J] \qquad (5)$$

Eine Kombination dieser Gleichungen ergibt die folgende Gleichung:

$$\Delta Q_{e,a} = \left(\frac{U_e}{U_i} \cdot Q_i + A \cdot U_e \cdot (\theta_m - \theta_e) \right) \cdot t \quad [J] \qquad (6)$$

wobei:

A Oberfläche mit eingebettetem Heizelement **[m²]**
U_e Wärmeübergangszahl zwischen Ebene des Heizmediums und Außenumgebung, Erdreich, Nachbareinheit oder unbeheiztem Raum **[W/m² · °C]**
U_i Wärmeübergangszahl zwischen Ebene des Heizmediums und beheiztem Raum **[W/m² · °C]**
θ_m Durchschnittstemperatur auf der Ebene des Heizmediums **[°C]**
θ_e Außentemperatur, Temperatur des Erdreichs, Temperatur in Nachbareinheit oder unbeheiztem Raum **[°C]**
θ_i Innentemperatur **[°C]**
t Zeit in Stunden **[h]**

Wärmeverluste durch Innentemperaturregelung

Die Regelung kann Schwankungen um die und Abweichungen von der Solltemperatur verursachen, dies ist bedingt durch physikalische Eigenschaften, Einbausituation der Sensoren und der Fähigkeit des Heizungssystems, entsprechend zu reagieren. Dies bedeutet möglicherweise höhere Wärmeverluste durch die Gebäu-

dehülle im Vergleich zu den Wärmeverlusten, die unter Annahme einer konstanten Innentemperatur berechnet wurden.

Der Wärmeverlust durch Regelung des Wärmeabgabesystems kann auf verschiedenen Wegen berechnet werden. Das Vorgehensweise richtet sich nach der Form, in der Daten zur Effizienz des Regelsystems verfügbar sind (d.h. Wirkungsgrad der Regelung, Energieeffizienzfaktor, äquivalente Erhöhung der Innentemperatur).

Bei gegebenem Wirkungsgrad der Regelung werden die Verluste durch das Regelsystem, $\mathbf{Q_{ce}}$ berechnet durch:

$$Q_{ce} = \frac{1 - \eta_e}{\eta_e} \cdot Q_h \quad [J] \qquad (7)$$

wobei:

η_e Regelungswirkungsgrad
Q_h Nettoenergie ist

Der Einfluss der Regelung ist ebenfalls gegeben, und zwar durch einen Faktor, der als „Energieeffizienzfaktor" bezeichnet wird. Dieser Faktor beschreibt den Zusammenhang zwischen dem Energieverbrauch des eigentlichen Wärmeabgabesystems und der von einem idealen Heizungssystem benötigten Energie:

$$\Delta Q_e = Q_e \cdot (e_c - 1) \quad [J] \qquad (8)$$

wobei:

e_c Energieeffizienzfaktor

Ein anderer Weg zum Berechnen der Verluste ist die Verwendung einer äquivalenten Erhöhung der Innentemperatur. Dies geschieht durch Multiplizieren der berechneten Nettoenergie Q_h mit einem bestimmten Faktor, dieser basiert auf dem Verhältnis zwischen der äquivalenten Erhöhung der Innentemperatur und der für die Heizsaison angenommenen durchschnittlichen Differenz zwischen Innen- und Außentemperatur.

$$\Delta Q_e = Q_h \cdot \frac{(\theta_i - \theta_{e,avg} - \Delta Q_i)}{(\theta_i - \theta_{e,avg})} \quad [J] \qquad (9)$$

Die letzte Methode für die Berechnung der Regelungsverluste besteht in der Neuberechnung des Wärmeenergiebedarfs des Gebäudes nach prEN ISO 13790 -2005 mit einer äquivalent erhöhten Raumtemperatur.

Wärmeverluste aus dem Wärmeverteilungssystem

Die Wärmeverluste eines Wärmeverteilungssystems richten sich nach der durchschnittlichen Temperatur des Heizmediums, der Temperatur der Gebäudehülle und der Länge und Isolierung der Rohrleitungen.

Für die Wärmeverluste in einem Zeitschritt gilt die folgende Formel:

$$Q_D = \sum_i U' \cdot (\vartheta_m - \vartheta_a) \cdot L \cdot t_H \quad [J] \qquad (10)$$

wobei:

U' U-Wert pro Längeneinheit **[W/mK]**
ϑ_m Durchschnittstemperatur des Mediums **[° C]**
ϑ_m Umgebungstemperatur **[° C]**
L Länge der Rohrleitung **[m]**
t_H Heizstunden im Zeitschritt **[h]**

Die Norm gibt drei Berechnungsmethoden vor: Eine ausführliche Methode nach der obigen Gesamtgleichung ergibt die genauesten Werte. Ausführlich dokumentierte Eingabewerte aus den Entwurfsunterlagen werden benötigt.

Eine vereinfachte Methode, bei der nur wenige Eingabedaten benötigt werden. Beispielsweise berechnet man die Länge von Rohrleitungen durch Näherungen, die sich nach den Außenabmessungen eines Gebäudes richten. Mit dieser Methode sind die berechneten Energieverluste höher als die mit der ausführlichen Methode berechneten Verluste.

Eine auf der vereinfachten Methode basierende Tabellenmethode mit noch weitergehenden Annäherungen. Die Berechnungsmethode für den elektrischen Energiebedarf von Pumpen hat zwei Teile. Der erste Teil dient zum Berechnen der hydraulischen Bedingungen im Verteilungssystem, der zweite Teil berechnet den Energieaufwandsfaktor der Pumpe. Für diesen Teil besteht die Möglichkeit, die ausführliche Methode mit der vereinfachten Methode zu verbinden. Zum Beispiel können Druckverlust und Massenstrom mit der ausführlichen Methode und der Energieaufwandsfaktor mit der vereinfachten Methode berechnet werden oder umgekehrt. Die Berechnungsmethode kann auf einen beliebigen Zeitraum angewendet werden (Tag, Monat und Jahr).

Näheres zu diesen Berechnungen siehe Norm prEN15216-2.3-2005.

Wärmeverluste aus dem Wärmeerzeugungssystem

Bei der Berechnung der Verluste aus dem Wärmeerzeugungssystem werden in diesem Papier nur Kessel (prEN15316-4.1) betrachtet. Separate Normen existieren für andere Wärmeerzeugungssysteme wie Wärmepumpen, KWK, Fernheizung, Solarheizung und Biomassebrennsysteme. Für Heizkessel enthält die Norm prEN15316-4.1-2005 zwei Arten von Berechnungsmethoden:

- Typologische Methode
- Fallspezifische Methode

Die Typologiemethode betrachtete die Berechnungsperiode als Heizsaison. Die Effizienzberechnung basiert auf den laut Heizkesselrichtlinie relevanten Daten. Die berücksichtigten Betriebsbedingungen (Klima, an den Wärmeerzeuger angeschlossenes Verteilungssystem usw.) werden angenähert durch die Typologie der betrachteten Region und sind nicht fallspezifisch. Soll diese Methode angewendet werden, muss jeweils ein nationaler Anhang mit den relevanten Werten verfügbar sein. Die Methode ist nur auf Kessel anwendbar, für die Wirkungsgradwerte bei Volllast und bei 30% Teillast verfügbar sind (ermittelt nach der Methode gemäß Ratsrichtlinie 92/42/EEC). Es handelt sich dabei um Nettowirkungsgradwerte (höhere Wirkungsgradwerte, bezogen auf den niedrigeren Heizwert von Brennstoffen). Es ist entscheidend, dass beide Prüfergebnisse verfügbar sind und dass die Prüfungen dem Kesseltyp angemessen sind (wie in der Ratsrichtlinie definiert, andernfalls kann die Berechnung nicht fortgesetzt werden). Bei dem Verfahren werden die Daten unter Prüfbedingungen zunächst in den Bruttowirkungsgrad umgerechnet (niedrigere Wirkungsgradwerte, bezogen auf den höheren Heizwert von Brennstoffen). Anschließend erfolgt die Umrechnung in einen jahreszeitlichen Wirkungsgrad, der unter typischen Nutzungsbedingungen in einer Wohnung gilt.

Die fallspezifische Methode basiert ebenfalls auf den laut Heizkesselrichtlinie relevanten Daten, doch es werden ergänzende Daten benötigt, um die spezifischen Betriebsbedingungen der jeweils betrachteten Anlage zu berücksichtigen. Der betrachtete Berechnungszeitraum kann die Heizsaison sein, aber auch ein kürzerer Zeitraum (Monat, Woche oder Betriebszeiträume nach EN ISO 13790). Die Methode unterliegt keinen Beschränkungen und ist mit den Vorgabewerten im informativen Anhang B der Norm anwendbar.

Diese Methode berücksichtigt die EU-Heizkesselrichtlinie und basiert auf dem Ausdrücken der Verluste für drei verschiedene Lastverhältnisse oder Leistungsabgaben.

- Verluste bei 100% Last $\Theta_{gn,l,Pn}$
- Verluste bei Teillast $\Theta_{gn,l,Pint}$
- Verluste bei 0% Last $\Theta_{gn,l,Po}$

Die Berechnung der Verluste für eine bestimmte Last erfolgt durch Linearinterpolation zwischen diesen drei Leistungsabgaben. Bei Öl- und Gasfeuerungen wird nach Kesselrichtlinie der Volllastwirkungsgrad mit einer durchschnittlichen Kesselwassertemperatur von 70° C gemessen. Dieser Wirkungsgrad muss je nach Betriebstemperatur der betrachteten Anlage berichtigt werden.

Die dritte Methode unterscheidet auf eine aussagekräftigere Art die Verluste eines Wärmeerzeugers bei Taktbetrieb des Kessels (d.h. Verbrennungsverluste). Einige der Parameter können vor Ort gemessen werden. Diese Methode wird für bestehende Gebäude angepasst.

Ergebnisse

Ein kleines Einfamilienhaus mit einer Wohnfläche von 101 m^2 diente als Beispiel. Es handelt sich um ein eingeschossiges, auf dem Boden stehendes und nicht unterkellertes Gebäude. Dieses Haus dient auch als Beispiel für die Heizlastberechnung in der Norm EN12831. Der Grundriss des Hauses ist in Bild 3 dargestellt. Zuallererst wird die Nettoenergie (Gebäudeenergiebedarf) nach der Norm prEN13790 für ein Wohngebäude für drei verschiedene Klimazonen berechnet: Stockholm, Brüssel und Venedig. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse zusammen mit Werten für Auslegungsheizlast, Auslegungsaußentemperatur und durchschnittliche Außentemperatur während der Heizsaison.

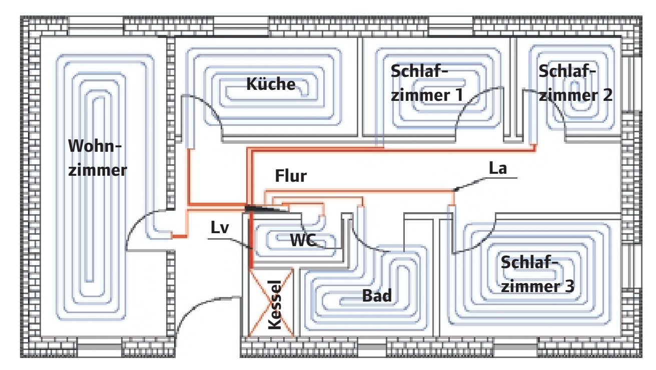


Bild 3. Hausgrundriss mit Fußbodenheizung.

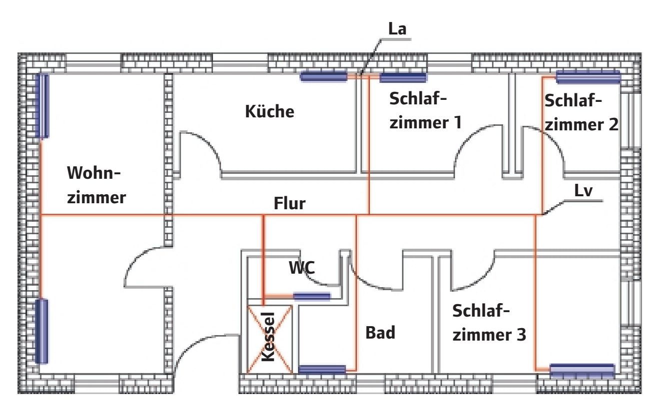


Bild 4. Hausgrundriss mit Heizkörpern.

Wärmeabgabeverluste

Die Wärmeverluste des Wärmeabgabesystems wurden entsprechend den drei verschiedenen oben erläuterten Ansätzen berechnet. Zwei verschiedene Systemtypen wurden untersucht: Heizkörperheizung und Fußbodenheizung für zwei Temperaturregelungsfälle. Die Eingabeparameter sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse der Berechnung der zusätzlichen Verluste aus dem Wärmeabgabesystem für die beiden verschiedenen Heizungssysteme, zwei Regelungsarten und drei verschiedene Klimazonen.

Tabelle 1: Energiedaten für das den Berechnungen zugrundegelegte Wohngebäude

Lage		**Klimazone** Stockholm	Brüssel	Venedig
Auslegungsheizlast	[W/m²]	54	45	38
Auslegungsaußentemperatur	[°C]	-16	-10	-5
Durchschnittliche Außentemperatur Heizsaison	[°C]	3,3	6,6	7,8
Jährlicher Nettoenergiebedarf	[kWh/m²a]	167	105	80

Tabelle 2: Eingabeparameter für die Energieeffizienz

Methode	Art der Heizelemente		Fußboden-heizung	Heizkörper
2	Wärmeabgabegrad wegen nichtgleichmäßiger Temperaturverteilung	η_{me}	1	0,96
	Dezentrale Regelung Ein-Aus (0,5 K) Thermostatventile und P-Regelung (1 K)	$\mathbf{e_c}$	1,02	1,02
	Dezentrale Regelung Ein-Aus (2,0 K) Thermostatventile und P-Regelung (2 K)	$\mathbf{e_c}$	1,06	1,06
3a	Nichtgleichmäßige Temperaturverteilung, äquivalente Temperaturerhöhung	$\Delta\theta_i$	0,0	0,5
	Temporäre Variation Klasse C	$\Delta\theta_i$	0,9	0,9
	Temporäre Variation Klasse D	$\Delta\theta_i$	1,2	1,2
3b	Nichtgleichmäßige Temperaturverteilung, äquivalente Temperaturerhöhung		0,0	0,5
	Temporäre Variation Klasse C		0,9	0,9

Tabelle 3: Zusätzliche Wärmeverluste aus dem Abgabesystem.

Heizungssystem	Stockholm [kWh/m²a]			Brüssel [kWh/m²a]			Venedig [kWh/m²a]		
Methode	2	3a	3b	2	3a	3b	2	3a	3b
Fußbodenheizung 1	11,9	18,6	21,5	7,4	11,6	17,1	6,0	9,2	13,7
Fußbodenheizung 2	18,6	22,0		11,6	13,7		9,2	10,8	
Heizkörper 1	10,4	15,7	18,9	6,1	9,5	16,6	5,1	7,6	13,5
Heizkörper 2	17,1	19,1		10,3	11,6		8,3	9,2	

Verteilungswärmeverluste

Die Ergebnisse der Berechnungen für Verteilungsverluste sind in Tabelle 4 aufgeführt. Nur Ergebnisse für Regelfall 1 und Methode 1 und 2 sind dargestellt. Zum Berechnen der Energieverluste für Zubehör wurden zwei Arten von Pumpen betrachtet: die ungeregelte Pumpe A und die elektronisch geregelte Pumpe B. Verluste wurden mit der vereinfachten Methode aus der Norm prEN15316-2.3 bestimmt.

Erzeugungswärmeverluste

Zur Durchführung der Berechnung für das Wärmeerzeugungssystem wurden zwei Ansätze verfolgt. Der erste Ansatz arbeitet mit der sogenannten „Typologiemethode“ und basiert ausschließlich auf Daten der Heizkesselrichtlinie.

Tabelle 4: Zusätzliche Wärmeverluste aus dem Verteilungssystem. Energieverluste für Zubehör wurden für zwei Arten von Pumpen berechnet.

Heizungssystem	Pumpe	Brüssel Methode 2 [kWh/m²a]		Brüssel Methode 3a		Stockholm Methode 2 [kWh/m²a]		Stockholm Methode 3a		Venedig Methode 2 [kWh/m²a]		Venedig Methode 3a	
Methode		Wärme	Zubehör	Wärme	Zubehör	Wärme	Zubehör	Wärme	Zubehör	Wärme	Zubehör	Wärme	Zubehör
Fußbodenheizung 1	A	1,5	2,4	1,5	2,4	2,0	3,4	2,0	3,4	1,4	1,8	1,4	1,9
	B	1,5	1,3	1,5	1,3	2,0	1,9	2,0	1,9	1,4	1,0	1,4	1,1
Heizkörper 1	A	9,9	0,7	10,1	0,7	14,3	1,0	14,6	1,0	8,9	0,6	9,1	0,6
	B	9,9	0,4	10,1	0,4	14,3	0,6	14,6	0,6	8,9	0,3	9,1	0,3

Die zweite, die „fallspezifische Methode" stützt sich ebenfalls auf die Kesselrichtlinie, erfordert allerdings mehr Eingabedaten, einschließlich Daten bezüglich Betriebsbedingungen des Kessels. Zur Durchführung der Berechnung für das Wärmeerzeugungssystem wurden ein Brennwertkessel und ein Standardkessel verwendet. Tabelle 5 zeigt das Ergebnis der berechneten zusätzlichen Verluste (Verluste für Zubehör und Wärmeverluste) für einen Heizkessel.

Besprechung

Die für das Wärmeabgabesystem erforderliche Wärme- und Zubehörenergie wurde nach den vier verschiedenen Ansätzen der EU-Norm prEN15316-2.1 berechnet. Zwei verschiedene Systemtypen wurden untersucht: Heizkörperheizung und Fußbodenheizung für zwei Temperaturregelungsfälle.

Tabelle 5: Zusätzliche Wärmeverluste aus dem Erzeugungssystem. Haus in Brüssel

Erzeugerverluste Brüssel Kessel	Methode	Energie	Methode 2 Fußboden 1 [kWh/m²a]	Methode 2 Fußboden 2	Methode 2 Heizkörper 1 [kWh/m²a]	Methode 2 Heizkörper 2	Methode 3a Fußboden 1 [kWh/m²a]	Methode 3a Fußboden 2	Methode 3a Heizkörper 1 [kWh/m²a]	Methode 3a Heizkörper 2
Brennwert	Typologisch	Verlust	7,6	7,8	8,0	8,3	7,8	8,0	8,3	8,4
		Zubehör	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	Fallspezifisch	Verlust	0,8	1,0	5,2	5,6	1,0	1,1	5,5	5,7
		Zubehör	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
Standard	Fallspezifisch	Verlust	9,6	9,7	12,6	12,7				
		Zubehör	0,7	0,7	0,7	0,7				

Es besteht ein großer Unterschied zwischen den Methoden (2, 3a, 3b) für die Berechnung der zusätzlichen Verluste aus dem Wärmeabgabesystem (Tabelle 3). Methode 3, die auf einem französischen Konzept basiert, ergibt höhere Verluste. Dies wird bedeutsam bei der Neufassung der Norm für Verluste aus dem Wärmeabgabesystem, um die Methoden zu vereinheitlichen. Die durch die Art des Wärmeabgabesystems bedingte relative Differenz ist die gleiche. Bei Fußbodenheizung ist der wichtigste Faktor der Wärmeverlust nach unten (5%). Dies betrifft nur das Erdgeschoss und lässt sich durch stärkere Wärmedämmung kompensieren. Dafür ist im Vergleich zu Heizkörperheizungen die Temperaturverteilung gleichmäßiger. Die Energieeffizienz der Regelung ist für die beiden Heizungssysteme vergleichbar. Insgesamt hat die Fußbodenheizung für einen Erdgeschossraum geringfügig höhere zusätzliche Verluste aus dem Wärmeabgabesystem als die Heizkörperheizung.

Die Verluste aus dem Wärmeverteilungssystem sind sehr stark abhängig von der Temperatur des Heizmediums und davon, ob die Rohrleitungen in der beheizten Zone verlegt sind. Falls ja, dann geht diese Wärme nicht verloren. Die vorliegenden Vergleichsberechnungen beziehen sich auf eine Fußbodenheizung mit Wassertemperaturen von 35° C bis 28° C und eine Heizkörperheizung mit einem Wassertemperaturbereich von 70° C bis 55 °C. Dies führt zu höheren thermischen Verlusten bei der Heizkörperheizung (Tabelle 4). Andererseits sind bei der Fußbodenheizung die Zubehörenergieverluste der Umlaufpumpe höher, Grund hierfür ist die kleinere Temperaturdifferenz zwischen Vorlauf und Rücklauf (Tabelle 4). Falls die Heizkörper in einem niedrigen Temperaturbereich (55° C bis 45° C) arbeiten, verringern sich die thermischen Verluste, doch die Zubehörenergieverluste nehmen zu. Bedeutender sind jedoch die thermischen Verluste. Einige dieser thermischen Verluste können zurückgewonnen werden, wenn Rohrabschnitte innerhalb des beheizten Raums verlegt sind. Die fortschrittlichste Methode, dies zu berücksichtigen, wäre die Neuberechnung der Nettoenergie für das Gebäude (prEN13790) einschließlich der zurückgewinnbaren thermischen Verluste aus dem Verteilungssystem in den internen Heizlasten. Besonders für Fußbodenheizungen empfiehlt es sich, eine elektronisch geregelte Pumpe zu verwenden, um die Zubehörenergieverluste zu reduzieren (Tabelle 4). Die Norm für Verluste aus dem Verteilungssystem (prEN15316-2.3) erlaubt eine noch ausführlichere Methode.

Es wurden zwei Methoden zur Berechnung der Verluste aus Heizkesseln (Brennwert und Standard) verwendet. Die „typologische“ Methode berücksichtigt nicht die Art des Wärmeabgabesystems, d.h. die Temperatur des Wassers. Dies resultiert in erheblich höheren berechneten Verlusten als bei der „fallspezifischen“ Methode (Tabelle 5). Aus Tabelle 5 ist ersichtlich, dass das Wassertemperaturniveau der wichtige Faktor für die Wärmeerzeugerverluste ist, dies gilt besonders für Brennwertkessel. Wieder bewirkt die Entscheidung für ein niedrigeres Temperaturniveau bei der Heizkörperheizung (d.h. größere Heizkörper), dass die Unterschiede zwischen den zwei Systemen erheblich kleiner werden.

Primärenergie

Um eine Gesamtbewertung vornehmen zu können, müssen die verschiedenen Energien in Primärenergie umgerechnet werden. Die verwendeten Faktoren richten sich nach der Energiequelle (Erdgas, Öl, Fernwärme, Sonne, Kernkraft, Wasserkraft usw.). In dem Vergleich in Tabelle 6 wurde ein Umrechnungsfaktor von 1,1 für die thermische Energie und ein Faktor von 2,8 für elektrische Energie (Zubehörenergie) angesetzt. Dies mag repräsentativ für viele Länder sein, doch die in den verschiedenen Ländern verwendeten Koeffizienten unterliegen auch politischen Einflüssen.

Die Primärenergie ist in einer Größenordnung von 25-50% höher als die für das Gebäude berechnete Nettoenergie. Die Differenzen zwischen den verschiedenen Methoden für die Berechnung der Verluste aus dem Wärmeabgabesystem betragen 5-10%. Bei Fußbodenheizung sind diese Verluste etwa 10% geringer als bei Heizkörperheizung. Der Hauptgrund für die diese Differenz ist das gewählte Temperaturniveau für die beiden Systeme.

Tabelle 6 Primärenergie für Haus in Brüssel mit Brennwertkessel und elektronischer Pumpenregelung

Methode Abgabe	Nettoenergie ist. [kWh/m²a]	Fußboden 1	Fußboden 2	Heizkörper 1	Heizkörper 2	Fußboden 1	Fußboden 2	Heizkörper 1	Heizkörper 2
		Primärenergie [kWh/m²a]				Erhöhung [%]			
2	105	131	136	142	147	25	30	35	40
3a	105	136	139	146	149	30	32	39	42
3b	105	143		155		36		48	

Bild 5 und 6 zeigen den berechneten Primärenergiebedarf für eine Heizkörperheizung und eine Fußbodenheizung. Diese Berechnung gilt für das Haus in Brüssel mit Brennwertkessel, elektronisch geregelter Umlaufpumpe und der besten Raumregelung des Wärmeabgabesystems. Wie man sieht, steuert das Heizungssystem 12 bis 19 % zusätzliche Verluste bei. In Bild 5 und 6 wurde die Nettoenergie auch in Primärenergie umgerechnet (im Gegensatz zu Tabelle 6). Bei einer Fußbodenheizung sind die Verluste aus dem Wärmeabgabesystem am größten, bei einer Heizkörperheizung sind es die Verluste aus dem Wärmeverteilungssystem. Die Energieeffizienz einer Fußbodenheizung lässt sich verbessern, indem die Verluste nach unten reduziert werden. Die Energieeffizienz einer Heizkörperheizung verbessert sich durch eine niedrigere Wassertemperatur, was Verluste aus Wärmeverteilungs- und Wärmeabgabesystem reduziert.

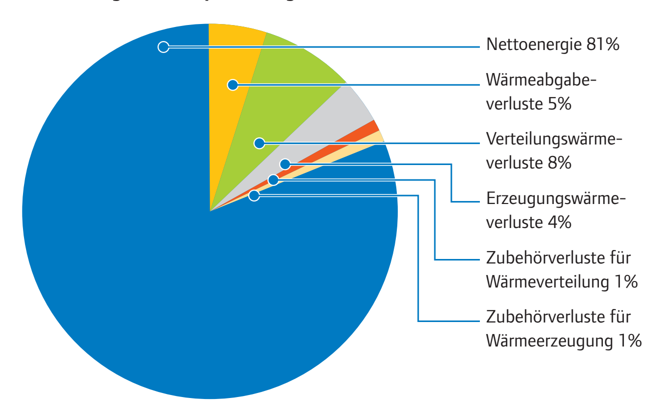


Bild 5. Verluste an Primärenergie bei einer Heizkörperheizung

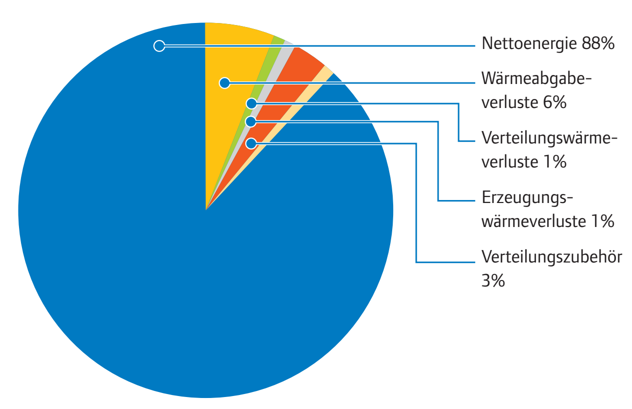


Bild 6. Verluste an Primärenergie bei einer Fußbodenheizung

Schlussfolgerungen

Die vorliegende Studie zeigt, dass die Verluste eines Heizungssystems sich auf 10-20% der Nettoenergie für das Gebäude addieren. Die zusätzlichen Verluste sind bei verschiedenen Wärmeabgabesystemen unterschiedlich. Eingebettete Systeme wie eine Fußbodenheizung für das Erdgeschoss haben höhere Verluste nach unten. Dagegen hat ein Wärmeabgabesystem, das mit einer

höheren Wassertemperatur arbeitet (Heizkörperheizung), höhere Verluste im Wärmeverteilungs- und Wärmeerzeugungssystem.

Die Zubehörenergieverluste von Umlaufpumpen und Wärmeerzeugern sind klein im Vergleich zu den thermischen Verlusten. Die in den CEN-Normen vorgestellten Methoden für die Berechnung der Verluste aus dem Wärmeabgabesystem nach der Norm prEN15316-2.1 ergeben signifikant differierende Ergebnisse und sollten überarbeitet werden.

Danksagung

Diese Arbeit basiert auf einer Dissertation von Massimo Broggian am Internationalen Zentrum für Gebäudeumwelt und Energie, das von der Stiftung für Technische Wissenschaften der Dänischen Regierung (STVF) unterstützt und finanziert wird.

Literatur

EU-Richtlinie 2002/91/EC des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2002 zur Energieeffizienz von Gebäuden. Europäische Kommission

CEN M 343 – EN-2004. Mandat für CEN, CENELEC und ETSI zur Erarbeitung und Einführung von Normen für eine Methode zum Berechnen der integrierten Energieeffizienz von Gebäuden und zum Abschätzen der Umweltbelastung, entsprechend den in der Richtlinie 2002/91/EC ausgeführten Bedingungen

CEN prEN13790-2005. Heizwärmebedarf von Gebäuden – Berechnung des Energieaufwands für Raumheizung und -kühlung

CEN prEN15232-2005. Berechnungsmethoden für Verbesserungen des Energienutzungsgrads durch den Einsatz integrierter Gebäudeautomatisierungssysteme

CEN prEN15315-2005. Heizungssysteme in Gebäuden – Energieeffizienz von Gebäuden – Gesamtenergieverbrauch, Primärenergie und CO_2-Emission.

CEN prEN15316-1-2005. Heizungssysteme in Gebäuden – Methode zur Berechnung der Systemenergiebedarfe und Systemwirkungsgrade – Teil 1: Allgemeines

CEN prEN15316-2.1-2005. Heizungssysteme in Gebäuden – Methode zur Berechnung der Systemenergiebedarfe und Systemwirkungsgrade – Teil 2-1: Wärmeabgabesysteme für die Raumheizung

CEN prEN15316-2.3-2005. Heizungssysteme in Gebäuden – Methode zur Berechnung der Systemenergiebedarfe und Systemwirkungsgrade – Teil 2-3: Wärmeverteilungssysteme für die Raumheizung

CEN prEN15316-4.1-2005. Heizungssysteme in Gebäuden – Methode zur Berechnung der Systemenergiebedarfe und Systemwirkungsgrade – Teil 4-1: Wärmeerzeugungssysteme für die Raumheizung, Brennsysteme

Sven Petersen, Dipl-phys.

Ganzheitliche Lösungen durch das Zusammenspiel der Uponor-Produkte

Einleitung

„Uponor- simply more“ ist der Markenname und das Motto unter dem die bisherigen Uponor-Brands Unipipe, velta, Polytherm Cronatherm und Ecoflex zusammengefasst wurden. Unter Einbeziehung der Uponor Wärmepumpe ergeben sich daraus für den Planer und den Handwerker vielfältige Komplettlösungen mit den einzelnen Produkten bei nur einem Ansprechpartner. So können die Anforderungen der diversen Anwendungsbereiche optimal aufeinander abgestimmt und immer eine alle Rahmenbedingungen berücksichtigende und damit optimierte Lösung für ein Bauvorhaben, Planung oder eine Installation gefunden werden.

Was erreicht man über eine frühe Abstimmung der einzelnen Gewerke?

Wie aus Bild 1 ersichtlich ist die Einflussnahme auf die Kosten eines Projektes um so größer je früher der Arbeitsschritt in der Bauplanung und Ausführung angeordnet ist. Anregungen zu diesem Thema geben auch die Kongressbeiträge von Dipl.-Ing. Michael Juhr /1/ /2/.

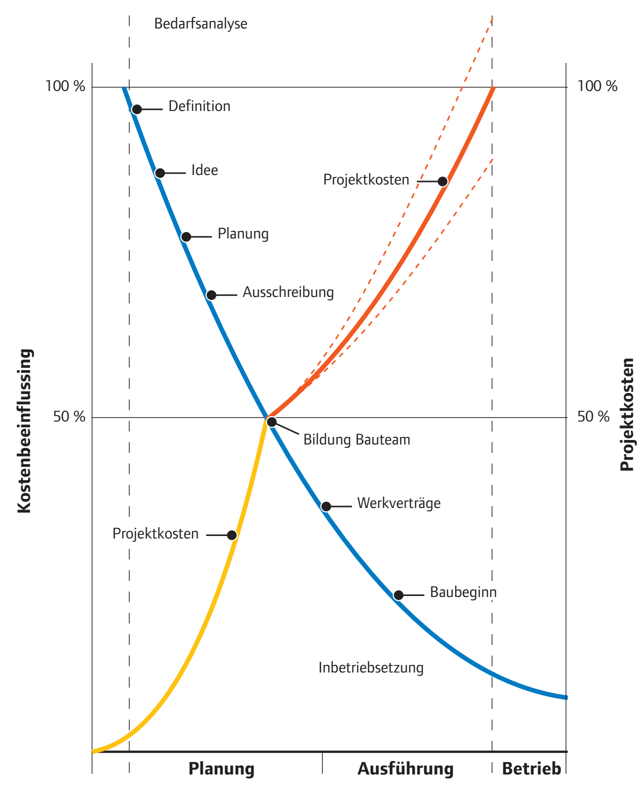


Bild 1 Einfluss auf die Projektkosten

Wenn schon in der Planung die Abstimmung der Gewerke berücksichtigt werden können, hat dies einen wesentlich größeren Einfluss auf die Projektkosten als ein späteres Preisdumping bei den einzelnen Komponenten. Dabei muss man sich gerade auf Handwerkerseite auch immer vor Augen halten, was ein paar Prozent Nachlass auf das abgegebene Angebot für den zu erzielenden Gewinn für Auswirkungen haben kann.

Bild 2 Preisnachlässe /3/

Nachlass [%]	Materialaufschlag 5 [%]	10 [%]	15 [%]	20 [%]	25 [%]	30 [%]	40 [%]
1	-41	-21	-14	-11	-9	-8	-6
2	-82	-42	-29	-22	-18	-15	-12
3	-123	-63	-43	-33	-27	-23	-18-
4	-164	-84	-57	-44	-36	-31	-24
5	-205	-105	-72	-55	-45	-38	-30
6	-246	-126	-86	-66	-54	-46	-36
7	-287	-147	-100	-77	-63	-54	-42
8	-328	-168	-115	-88	-72	-61	-48
9	-369	-189	-129	-99	-81	-69	-54
10	-410	-210	-143	-110	-90	-77	-60
11	-451	-231	-158	-121	-99	-84	-66
12	-492	-252	-172	-132	-108	-92	-72
13	-533	-273	-186	-143	-117	-100	-78
14	-574	-294	-201	-154	-126	-107	-84
15	-615	-315	-215	-165	-135	-115	-90
16	-656	-336	-229	-176	-144	-123	-96
17	-697	-357	-244	-187	-153	-130	-102
18	-738	-378	-258	-198	-162	-138	-108
19	-779	-399	-272	-209	-171	-146	-114
20	-820	-420	-387	-320	-180	-153	-120

Hier wurde mit einem Anteil Materialkosten und Lohnkosten von jeweils 50% gerechnet. Man erkennt, dass unter diesen Voraussetzungen bei einem Materialaufschlag von 10% und 3% Preisnachlass, wie z.B. Skonto, der eingeplante Gewinn um 63% gemindert wird! Anders Formuliert: Um den eingeplanten Gewinn zu bekommen, müsste man das Projekt noch 2,5 mal bauen. Dabei sind Effekte wie Sicherheitseinbehalte, schlechte Zahlungsmoral oder Mängelrügen noch nicht berücksichtigt.

Der Mangelbegriff

Dabei bietet der Mangelbegriff im Baurecht, egal ob über BGB oder VOB/B definiert /4/, dem Bauherren viele Möglichkeiten seinen Zahlungsverpflichtungen verspätet, reduziert oder Überhaupt nicht nachzukommen.

Mangelbegriff des § 633 BGB

(1) Der Unternehmer hat dem Besteller das Werk frei von Sach- und Rechtsmängeln zu verschaffen.
(2) Das Werk ist frei von Sachmängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit hat. (subj. Fehlerbegriff). Soweit die Beschaffenheit nicht vereinbart ist, ist das Werk frei von Sachmängeln,

1. wenn es sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte [Verwendung eignet], sonst [oder]
2. für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Besteller nach der Art des Werks erwarten kann. (obj. Fehlerbegriff) [...]

Mangelbegriff des § 13 Nr. 1 VOB/B

1. Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber seine Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme frei von Sachmängeln zu verschaffen. Die Leistung ist zur Zeit der Abnahme frei von Sachmängeln, wenn sie die vereinbarte Beschaffenheit hat (subj. Fehlerbegriff) und den anerkannten Regeln der Technik entspricht (obj. Fehlerbegriff). Ist die Beschaffenheit nicht vereinbart, so ist die Leistung zur Zeit der Abnahme frei von Mängeln,

a) wenn sie sich für die nach dem Vertrag vorausgesetzte [eignet], sonst
b) für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine Beschaffenheit aufweist, die bei Werken der gleichen Art üblich ist und die der Auftraggeber nach der Art der Leistung erwarten kann. (obj. Fehlerbegriff)

Begriff der anerkannten Regeln der Technik
(3 Kriterien)
Nach der Rechtsprechung des Bundesgerichtshofs sind anerkannte Regeln der Technik technische Regeln, die

- in der technischen Wissenschaft theoretisch richtig anerkannt sind und feststehen, sowie
- insbesondere im Kreise der für die Anwendung der betreffenden Regeln maßgeblichen, nach dem neuesten Erkenntnisstand vorgebildeten Technikern bekannt sind und
- aufgrund fortdauernder, praktischer Erfahrung als technisch geeignet angemessen und notwendig anerkannt sind.

DIN-Normen
... sind keine Rechtsnormen, sie werden nicht amtlich erlassen oder bekannt gemacht, auch nicht durch Bezugnahme in amtlichen Bekanntmachungen.

... sind private technische Regelungen mit Empfehlungscharakter (BGH Urteil v. 14.05.1998 – VII ZR 184/97 (BauR 98, 872) + Nichtannahmebeschluß v. 17.02.2000, Az. VII ZR 128/98) für die eine widerlegliche Vermutung gilt, dass sie Ausdruck einer anerkannten Regel der Technik sind.

Die Nichtbeachtung von DIN-Normen bei der Installation von technischen Geräten stellt eine Sorgfaltspflichtverletzung dar, die zum Ersatz von daraus beruhenden Schäden verpflichtet.
(BGH 3.11.2004 -VII ZR 344/03)

Ein weiteres bemerkenswertes Zitat aus einem Urteil des Bundesverwaltungsgerichtes bzgl. von DIN-Normen ist: „Die Normenausschüsse des Deutschen Instituts für Normung sind so zusammengesetzt, dass ihnen der für ihre Aufgabe benötigte Sachverstand zu Gebote steht. Daneben gehören ihnen aber auch Vertreter bestimmter Branchen und Unternehmen an, die deren Interessenstand einbringen. Die Ergebnisse ihrer Beratung dürfen im Streitfall nicht unkritisch als gewonnener Sachverstand oder als reine Forschungsergebnisse verstanden werden. Zwar kann den DIN-Normen einerseits Sachverstand und Verantwortlichkeit für das allgemeine Wohl nicht abgesprochen werden, andererseits darf aber nicht verkannt werden, dass es sich dabei zumindest auch um Vereinbarungen interessierter Kreise handelt, die eine bestimmte Einflussnahme auf das Marktgeschehen bezwecken. Den Anforderungen, die etwa an die Neutralität und die Unvoreingenommenheit gerichtlicher Sachverständiger zu stellen sind, genügen sie deswegen nicht."

Begünstigend für den Bauherren kommt noch hinzu, das er alle relevanten Informationen, seien sie technischer oder rechtlicher Art, heute preisgünstig bis umsonst über das Internet beziehen kann.

Diskussionsforum: www.haustechnikdialog.de
Recht: www.frag-einen-Anwalt.de, www.baurechtsurteile.de,

Schlussfolgerung aus diesem Rechtsthema ist, dass es nicht nur für den Bauherren zu einem günstigeren Projekt führt, wenn eine frühe Koordinierung stattfindet, sondern auch für alle am Bau Beteiligten günstiger ist eine frühe Koordinierung der Gewerke durchzuführen, um mögliche Mängel durch eine „mangelhafte" Abstimmung so früh wie möglich auszuschließen. Dies wird dadurch, dass man für verschiedene Gewerke nur noch einen Ansprechpartner hat begünstigt.

Direkte Forderungen zur Koordinierung unterschiedlicher Gewerke finden sich z.B. auch schon in der Schnittstellenkoordination für Fussbodenheizungen /5/. Dort wird zum Planungs- und Bauablauf gefordert:

Es ist rechtzeitig ein Gespräch zur Koordinierung zwischen Heizungsbauer, Estrichleger und Oberbodenleger zusammen mit dem Bauherrn oder dessen Vertreter zu führen, um die Gesamtplanung abzustimmen. z.B. Oberbodenbelag, Fugenplan, Feuchtemeßstellen etc.

Diese Forderung ist mit der Einführung der neuen DIN 18560 – Estriche im Bauwesen - besonders wichtig geworden, da es keine

eindeutige Regel zur Maximalgröße von Estrichfeldern mehr gibt. Die in der Fussbodenheizungsnorm EN 1264 genannten 40 m^2 wurden durch folgende Forderung ersetzt:

5.3.3 Estrichfugen

Über die Anordnung der Fugen ist ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen ist. Der Fugenplan ist vom Bauwerksplaner zu erstellen und als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen.

...

Bei Heizestrichen sind in Türdurchgängen in der Regel Bewegungsfugen anzuordnen. Innerhalb einer Heizfläche mit unterschiedlich beheizten Heizkreisen (keine Randzonen) sind in der Regel zwischen diesen auch Bewegungsfugen anzuordnen.

Die 40 m^2 sind deshalb nur noch als Richtgröße zu betrachten und berücksichtigen dabei nur die technischen Anforderungen des Estrichs. Die Anforderungen die sich auf Grund des Oberbodenbelages ergeben, können hierdurch nicht berücksichtigt werden. Diese Angaben werden aber für die Erstellung des Fugenplanes benötigt und deshalb wird hier schon von (halb-)offizieller Seite eine Koordinierung gefordert.

Beispiele für die Koordination mit den Uponor Produkten

1) Anstimmung der Wärmepumpe mit der Fussbodenheizung

Fussbodenheizung und Wärmepumpe gehören auf Grund der niedrigen Vorlauftemperaturen die mit der Fußbodenheizung zu erzielen sind einfach zusammen. Preislich konkurrenzlos wird das Paket dann, wenn die Fussbodenheizung auch zur Kühlung, oder besser Temperierung, des Gebäudes genutzt werden soll. Hier ist der Hauptkostenfaktor normalerweise die Kälteerzeugung.

Durch die Aufnahme einer Wärmepumpe in das Uponor-Sortiment bietet sich jetzt die Möglichkeit, schon bei der Auslegung die Fussbodenheizung auf die Wärmeversorgung über die Wärmepumpe und eine mögliche Kühlung zu optimieren. Dabei sind die Kompaktgeräte in den Baureihen SWP 7-15KI bzw. H/K SWP 7-15KI (für Heizen und Kühlen) besonders leise und platzsparend. Die hohe Leistungsdichte bei minimalem Platzbedarf erlaubt es, den Aufstellungsraum auch als Arbeits- oder Wirtschaftsraum zu nutzen. Ein wesentlicher Vorteil der Uponor Wärmepumpen-Technologie. In den Kompaktbaureihen sind sämtliche Funktionen und Geräte integriert: Wärmepumpe, Regelung, Ausdehnungsgefäße, Sicherheitsarmaturen, Sole-, Heiz-/ Kühlkomponenten und der Pufferspeicher. Eine elegante Lösung: schallgedämmt und anschlussfertig.

Bei einer Sole/Wasser-Wärmepumpe lässt sich das äußerst stabile Temperaturniveau in tieferen Erdschichten nicht nur zum Heizen hervorragend nutzen, sondern auch zum Kühlen. Das integrierte, passive Kühlsystem der Kompakt Wärmepumpen H/K SWP 7-15 KI von Uponor macht dies mit geringem technischen Aufwand möglich. Das Heizwasser der Flächenheizung nimmt die Wärme aus der Umgebung über die Flächenheiz- und Kühlsysteme auf und transportiert sie zu einem Wärmetauscher, der sie wiederum an die Sole abgibt. Die Sole zirkuliert durch die Erdsonde in den kühlen Erdschichten und gibt dabei die Wärme ab. Der Kältekreislauf der Wärmepumpe wird also zum Kühlen nicht beansprucht. Strom wird nur für die Umwälzpumpen benötigt. Hoher Komfort mit geringem Energieaufwand.

Dabei ist es praktisch egal welches der Fussbodenheizungssysteme von Uponor eingesetzt wird. Alle Systeme aus dem Profi oder Profi-Plus Bereich sind für diesen Einsatzzweck geeignet. Die Größenordnung der einzelnen Einflussfaktoren auf die Fussbodenheizung wie Verlegeabstand, Heizlast und der Wärmedurchlasswiderstand des Oberbodenbelages können hier /6/ nachgelesen werden. Eine innovative Möglichkeit bietet hier das System Uponor Minitec. Diese Fussbodenheizung für die sanfte Renovierung bietet optimale Voraussetzungen eine Wärmepumpe bei hohen Leistungswerten auch im Altbau einzusetzen. Statt mit Vorlauftemperaturen von 45° C bis 50° C zu arbeiten, wie sie bei

einen nachträglich gedämmten Altbau für das dann stark überdimensionierte Heizkörpersystem benötigt werden, kann mit Minitec die Vorlauftemperatur, natürlich auch hier wieder in Abhängigkeit des Oberbodenbelages, durch die geringe Überdeckung des Rohres von nur 3mm auf 30° C bis 38° C abgesenkt werden.

Bei der Verwendung der Wärmepumpe als Wärmeerzeuger sollte bei gegebener Heizlast auf einen guten Wärmeduchlasswiderstand des Oberbodens geachtet werden. Bei der Verwendung der Kühloption sollten noch die Verlegeabstände eine Stufe kleiner als bei einer reinen Heizungsfunktion gewählt werden und bei der Wahl der Rohrdimension sollte man von dem im Wohnungsbau normalerweise verwendeten 14er-Rohr auf ein 16er- oder 17er-Rohr wechseln.

Eine entsprechende Beratung ist natürlich nur dann frei von kommunikativen Reibungsverlusten, wenn beide Produkte, Wärmepumpe und Fussbodenheizung aus einer Hand angeboten werden.

Wenn die Vorteile der Wärmepumpe auch in der Nahwärmeversorgung genutzt werden sollen wie z.B. in /7/ geschildert so bietet Uponor dafür mit dem Ecoflex-Systeme ebenfalls eine Lösung an.

Die Flexibilität und das geringe Gewicht der vorgedämmten Kunststoff-Rohrleitungen ermöglicht einfaches Handling und schnellen Baufortschritt, der zusätzlich durch ein lückenloses Zubehörsystem unterstützt wird – von Mauerdurchführungen über Isoliersätze bis zur bewährten Verbindungstechnik. Profitieren Sie dabei von folgenden Vorteilen:

- Bis zu 200 m verbindungsfreie Installation am Stück
- Flexible, schnelle Verlegung um Hindernisse und Ecken, durch Mauerdurchführungen und Schächte
- Einfache, sichere Verbindungstechnik inkl. Nachdämmung von Anschlüssen und Abgängen
- Selbstkompensierender Systemaufbau macht den Einbau von Dehnungsausgleichern überflüssig
- Umfassende Unterstützung bei der Planung und Auslegung
- 48-Stunden-Lieferservice frachtfrei und direkt auf jede Baustelle innerhalb Deutschlands
- Zuschnitt von beliebigen Wunschlängen inkl. Zubehör
- und Anlieferung am Einsatzort

2) Rohrleitungen und die Aufbauhöhe

Ein weiterer Koordinierungsbedarf ergibt sich, wenn nicht nur eine Fussbodenheizung verlegt werden soll, sondern mit dem Uponor MLC-Rohr Heizkörper mit angeschlossen werden sollen oder eine Trinkwasserinstallation durchgeführt wird. Hier werden die entsprechenden Anbindeleitungen häufig auf den Rohbeton gelegt. Zu dieser Situation steht in der DIN 18353 – Estricharbeiten:

3.1.1 Der Auftragnehmer hat bei seiner Prüfung Bedenken insbesondere geltend zu machen bei ... Rohrleitungen und dergleichen auf dem Untergrund.

Da diese Rohrleitungen heute aber eine Tatsache am Bau sind, hat man in der Fussbodenheizungsnorm die Forderung abgeschwächt:

EN 1264
4.2.1 Tragender Untergrund
Rohrleitungen und Kanäle müssen so befestigt und eingebunden sein, dass ein ebener Untergrund zur Aufnahme der Wärmedämmschicht und/oder Trittschalldämmung vor dem Verlegen der Heizrohre geschaffen wird.

D.H. die Zielsetzung ist die Einhaltung des Schallschutzes. Die Unversehrtheit der Trittschalldämmung ist aber nur dann realisierbar, wenn ein zweilagiger Dämmaufbau – Wärmedämmung und Trittschalldämmung – gegeben ist. Dies ist aber im Mehrfamilienwohnhaus auf allen Geschosstrenndecken nicht gegeben. Hier ist die Trittschalldämmung als Wärmedämmung ausreichend. Um trotzdem die Trinkwasseranbindeleitungen z.B. im Badezimmer unterbringen zu können, fordert die Norm ergänzend:

Die dazu erforderliche Konstruktionshöhe muss eingeplant sein.

Dies ist in der Praxis leider nur selten gegeben und man kann als Lösung nur auf Sonderkonstruktionen, wie reduzierte Estrichüberdeckungen oder Fussbodenaufbauten die unabhängig von der Dämmung sind (Classic oder die Noppenfolien aus dem Uponor Profi-Sortiment) zurückgreifen. Wenn beide Gewerke aus einer Hand geliefert werden, können solche Probleme schon im Vorfeld besprochen und entsprechende Lösungen, z. B. mit Dämmbeton oder den angesprochenen Sonderaufbauten, gesucht werden. Sie müssen nicht auf der Baustellen unter Zeitdruck mit hohem und nicht eingeplanten Kostenaufwand mit der heißen Nadel gestrickt werden.

Diese Beispiele sollten verdeutlichen, wo durch ganzheitliche Lösungen durch die Uponor-Produkte Synergien geschaffen und Lösungen ermöglicht werden.

Literatur

/1/ Dipl.-Ing Michael Juhr, Arlberg-Kongress 1998
/2/ Dipl.-Ing Michael Juhr, Arlberg-Kongress 2001
/3/ Peter Bielak, SI 05/03
/4/ Vortrag Wolfgang Junghenn, Rechtsanwälte Dr. Kainz & Partner, beim Richter + Frenzel Exclusivseminar 09.02.2006
/5/ Schnittstellenkoordination bei beheizten Fussbodenkonstruktionen, BVF
/6/ Sven Petersen, Arlberg-Kongress 2004
/7/ Prof. Dr.-Ing. S. Hesslinger, Arlberg-Kongress2002

Dipl.-Ing. Rainer Pütz

Verminderung des Wachstums von Legionellen und Pseudomonas aeruginosa in der Trinkwasserinstallation zur Erhaltung der Trinkwassergüte im Sinne aktueller Gesetze, Verordnungen und Regelwerke

Einführung ins Thema

Trinkwasser muss frei sein von Krankheitserregern und soll keine gesundheitsschädigenden Eigenschaften haben. So fordert es seit 1973 die DIN 2000 [1] zur „Zentralen Trinkwasserversorgung“ in einem ihrer Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser.

Die Qualitätsanforderungen der DIN 2000 für Trinkwasser sind mit den etwa 2000 Jahre alten, von dem römischen Arzt und Ingenieur Vitruv (25 v. Chr.) formulierten Forderungen fast identisch: "Trinkwasser soll frei sein von tödlichen und schädlichen Stoffen, kühl und farblos sowie angenehm schmecken".
Trinkwasser ist das wichtigste Lebensmittel und kann nicht ersetzt werden. Daher gebührt dem Schutz des Trinkwassers nach Güte und Menge gegenüber anderen konkurrierenden Interessen absoluter Vorrang.

Trinkwasser darf auch bei lebenslangem Genuss bzw. Gebrauch zu keinerlei gesundheitlicher Schädigung führen. Dies müssen die öffentlichen Trinkwasserversorger garantieren. So fordert es das Infektionsschutzgesetz – Gesetz [2] zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionen bei Menschen, das im Januar 2001 das altbewährte Bundesseuchengesetz abgelöst hat. Im § 7 des Infektionsschutzgesetzes ist auch die Meldepflicht für Legionellen festgelegt.

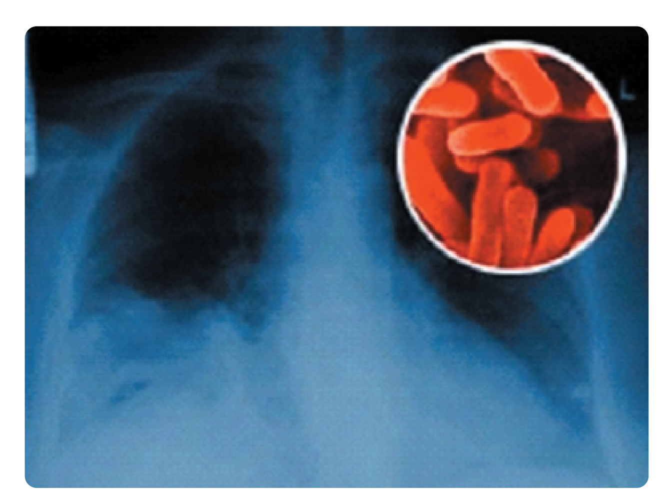


Bild 1: Mikroskopische Aufnahmen von Legionellen

Die seit dem 01. Januar 2003 gültige Trinkwasserverordnung von 2001 [3], nachfolgend TrinkwV genannt, führt in §4 aus, dass Wasser für den menschlichen Gebrauch frei sein muss von Krankheitserregern, genusstauglich und rein sein muss und nennt als Bedingung hierfür, dass bei der Wassergewinnung, der Wasseraufbereitung und der Verteilung die anerkannten Regeln der Technik eingehalten werden müssen und das Wasser für den menschlichen Gebrauch den Anforderungen der §§ 5 bis 7 (Einhaltung von Grenzwerten und Aufbereitungsvorschriften) entsprechen muss.

Die Grenzwerte sind aus diesem Grund so festgelegt, dass nach dem aktuellen Wissensstand bei lebenslänglichem Genuss von mindestens 2 L Wasser pro Tag keine gesundheitlichen Schäden auftreten. Trinkwassergrenzwerte sind die schärfsten Grenzwerte im Lebensmittelrecht. Kurze, geringfügige Überschreitungen von Grenzwerten sind aber kein Grund zur Panik. Alle Grenzwerte sind, je nach Datenlage, mit grossen Sicherheitsspannen belegt. Sowohl die öffentlichen Versorger als auch die Gesundheitsbehörden sind zur regelmässigen Überwachung und Dokumentation der Wasser-

qualität verpflichtet, sowie zur Einhaltung der Qualität gemäss TrinkwV. Ist dies nicht der Fall, muss sofort das Gesundheitsamt informiert werden, welches über Ausnahmen und Ersatzwasserversorgungen zu entscheiden hat.

Die deutsche Trinkwasserverordnung von 2001 basiert auf der neuen EU – Trinkwasserrichtlinie vom November 1998 [4]. Zweck dieser Richtlinien ist es, die menschliche Gesundheit vor den nachteiligen Einflüssen, die sich durch die Veränderung von Trinkwasser ergeben können, zu schützen. Deutlicher als bisher ist das Trinkwasser als Wasser für den menschlichen Bedarf definiert. Gemäss der TrinkwV unterliegt das Trinkwassernetz bis zur Übergabestelle, d.h. zumeist dem Wassermesser, dem Verantwortungsbereich des Wasserversorgungsunternehmens. In der gesamten nachfolgenden Anlage, einschliesslich aller darin enthaltenen Leitungen und Einbauten, ist der Betreiber für die ordnungsgemässe Funktion und Sicherheit verantwortlich.

Prinzipiell können durch Trinkwasser folgende Krankheiten übertragen werden, wenn dieses nicht mit der notwendigen Sorgfalt bevorratet und transportiert wird:

- Cholera
- Typhus
- Parathyphus
- Ruhr
- Polio
- Legionellose



Bild 2: Mikroskopische Aufnahmen von Trinkwasserorganismen

Pseudomonas aeruginosa

Aus aktuellem Anlass möchte ich auch auf die Gesundheitsgefährdung durch Pseudomonas aeruginosa im Zusammenhang mit der Trinkwasserinstallation eingehen.

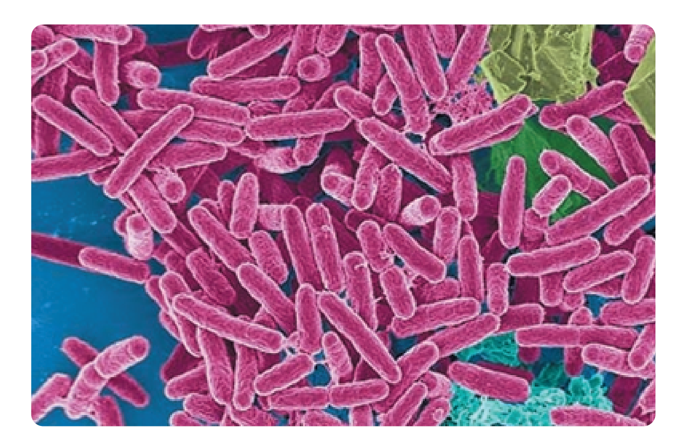


Bild 3: Mikroskopische Aufnahme von Pseudomonas aeruginosa

Pseudomonas aeruginosa ist ein Pfützenkeim, der häufig in Resten stagnierenden Wassers, insbesondere im Sanitärbereich, zu finden ist. Es handelt sich dabei um ein sehr „anspruchsloses" Bakterium, das sehr geringe Nährstoffansprüche hat und sich deshalb sogar in destilliertem Wasser vermehrt. Anders als bei den Legionellen ist meist die Kaltwasserinstallation mit Pseudomonaden besiedelt, oftmals auch die Auslaufarmaturen und hier insbesondere die Perlatoren. Von Letzteren kann dann der Pseudomonas aeruginosa Erreger rückwirkend die Trinkwasserinstallation kontaminieren. Selten wird er im Trinkwasser des kommunalen Versorgungsnetzes oder Warmwasser-Installationen gefunden. Als Grund hierfür wird vor allem der bevorzugte Temperaturbereich dieser Bakterien angeführt, der zwischen 20° C und 55° C mit einem Optimum um 37° C liegt.

Der Pseudomonas aeruginosa bildet ähnlich wie die Legionellen ausgeprägte Biofilme, in denen er weitgehend vor Desinfektionsmitteln geschützt ist. Weiterhin besitzt er Resistenzen gegen bestimmte Desinfektionsmittelwirkstoffe und ist resistent gegen viele Antibiotika.

Typische durch Pseudomonas aeruginosa ausgelöste Erkrankungen sind Wundinfektionen, Aussenohrentzündungen sowie Harnweg- und Augeninfektionen. Die Infektion erfolgt zumeist durch Kontakt mit kontaminiertem Wasser (Trink- und Badewasser und destilliertem Wasser) oder damit kontaminiertem medizinischen Gerät.

In den USA treten ca. 1.400 Todesfälle durch Ps. aeruginosa pro Jahr auf. Für Deutschland liegen derzeit noch keine gesicherten Zahlen vor, denn anders als bei den Legionellen besteht bei Pseudomonas aeruginosa Befunden keine Meldepflicht, jedenfalls bisher nicht.

Insbesondere sind Personen mit Hautverletzungen, gesundheitlichen Vorschäden (z.B. Mukoviszidose, Krebs) und geschwächter körperlicher Abwehr gefährdet. Bei Schwimmern tritt häufig die Aussenohrentzündung auf. Durch die heutige Praxis, Patienten früher als sonst üblich aus dem Krankenhaus zu entlassen und ambulant zu betreuen, wird man sich zukünftig genau wie bei den Legionellen mehr mit dem häuslichen Umfeld beschäftigen müssen.

Grundregeln gegen Wachstumsvermehrung sind Temperaturbereiche im Kaltwassersystem kleiner 25° C, der Warmwasserbereich sollte zwischen 60° C und 55° C gefahren werden. Zu Vermeiden sind Stagnation, kurze Leitungswege, Totleitungen. Zu bewirken sind eine regelmässige Wasserentnahme, mögliche Vermeidung von Nahrungsangebot durch besondere Sauberkeit bei der Installation, Planung kleiner Oberflächen sowie regelmässiger Inspektion und Wartung. Ps. aeruginosa lassen sich selbst in Biofilmen gut thermisch abtöten.

Bei Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen kann es notwendig sein, dass dort, wo gefährdete Personen leben oder behandelt werden, besonders auf die hygienisch einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwassers geachtet wird. Die Trinkwasserkommission empfiehlt für diese Bereiche die Analyse auf Pseudomonas aeruginosa. Es kann auch nicht ausgeschlossen werden, dass mit Zunahme von infektdisponierten Personen in der Normalbevölkerung zukünftig auch dem nichtstationären Bereich, also dem häuslichen Umfeld (z.B. in grösseren Wohnanlagen) eine höhere Bedeutung beizumessen sein wird. Weiterhin besondere Aufmerksamkeit ist den Alten-/Seniorenheimen, Hotels, Ferienanlagen, Sporthallen, Frei- und Hallenbädern zu widmen.

Hygienische und gesundheitliche Anforderungen sind wichtiger als die Reduktion des Wasserverbrauchs und das Energieeinsparen. Da Ps. aeruginosa sein Wachstumsoptimum um 37° C hat und damit deutlich ausserhalb der üblichen Kalt- und Warmwassertemperaturen liegt, kann mit technischen Mitteln relativ einfach eine Vermehrung verhindert bzw. minimiert werden. Die maximal zulässige Kaltwassertemperatur von 25° C kann allerdings auch bei fachgerechter Dämmung (Verzögerung der Erwärmung) nur sicher durch einen ausreichenden Wasseraustausch erreicht werden.

Legionellen

Legionellen sind typische Vertreter von Bakterien, die in der Umwelt weit verbreitet sind, gemessen daran aber nur sehr selten als Erreger von Infektionen in Erscheinung treten. Sie kommen natürlich in Süsswässern, wie z.B. Seen und Flüssen, aber auch in Salz- und Sole wässern vor. Bei dem Erreger handelt es sich um stäbchenförmige Bakterien, Grösse ca. 1 bis 5 µm. Die Infektion mit Legionellen geschieht nach bestätigten Untersuchungen durch das Einatmen von Aerosolen, die z.B. im Brausekopf einer Dusche oder im Whirlpool vorkommen oder durch das Einatmen von klimatisierter Luft mit automatischer Luftbefeuchtung, was jedoch in manchen Publikationen immer wieder bestritten wird. Analysiert wurden sie auch in natürlichen Thermen, Befeuchtersystemen, Beatmungs- und Inhalationssystemen, Springbrunnen, Befeuchterräumen für Gemüse und im Kompost. Andere mögliche Quellen sind Sprühwasch-Anlagen, zahnärztliche Behandlungseinheiten mit Wasserkühlung und Sprinkler.



Bild 4: Reklame 2002 auf der Fachmesse SHK in Essen

Legionellose

Die Legionellose, die sogenannte „Legionärskrankheit“, trat wissentlich erstmals im Jahr 1976 in Philadelphia, USA, auf. Bei einem Treffen von 4000 Kriegsveteranen erkrankten 220 Personen, von denen 30 im Verlauf der Krankheit verstarben. 1977 wurde schliesslich der Erreger Legionella pneumophila gefunden. 1999 gab es im Rahmen einer Blumenschau im niederländischen Bovenkarspel insgesamt 29 Tote, als Auslöser der Erkrankungen wurden Whirlpools ausgemacht. In Kappellen (Belgien) starben weitere vier Menschen an Legionellose.

Der Erreger Legionella pneumophila (Sero-Gruppe SG 1) ist für 80% aller Legionellenerkrankungen verantwortlich. Es gibt weltweit keine Studien die belegen, ab welcher Konzentration Legionellen im Trinkwasser gefährlich sind. Ob Menschen erkranken oder sogar an der Krankheit sterben hängt massgeblich von

deren Immunsystem ab. Ältere Menschen und Personen mit geschwächtem Immunsystem erkranken wesentlich häufiger. Trotzdem werden die meisten Legionellosen ausserhalb von Krankenhäusern erworben.

Ein Zitat aus einem Bericht der Süddeutschen Zeitung vom 7. August 1997 macht die gesamte Problematik m.E. sehr deutlich.

"... dabei erscheint der Trick des Cholera-Keims gegen die Strategien anderer Krankheitserreger noch simpel. Die erst 1976 entdeckten Legionellen etwa, Auslöser einer schweren Lungenentzündung, trotzen dem Angriff der sogenannten Makrophagen. Diese Zellen des Immunsystems schützen den Körper vor Krankheitserregern, indem sie die Angreifer fressen und verdauen. Zwar werden auch die Legionellen ins Innere dieser Zellen aufgenommen, im Gegensatz zu anderen Bakterien können sie sich dort aber vermehren – gut geschützt vor weiteren Attacken des Immunsystems, für das sie im Inneren der Makrophagen unsichtbar sind."

Woher kennen Krankheitserreger solche Strategien? "Wie man in Fresszellen überlebt, haben die Legionellen vermutlich schon trainiert, bevor es Menschen überhaupt gab", sagt Jürgen Heesemann vom Max von Pettenkofer-Institut in München. Die Trainingspartner waren Amöben; Einzeller, die sich von Bakterien ernähren und die heute noch überall dort anzutreffen sind, wo auch die Legionellen leben: in Wasserleitungen und Kühltürmen für Klimaanlagen.- "Die genetischen Programme für solche Tricks eignen sich Bakterien neueren Untersuchungen zufolge jedoch schlagartig durch Aufnahme fremder 'Pakete' aus Erbsubstanz an",- so Heesemann.

Das Thema „Legionellen in Trinkwasser-Installationen" wird auch bei uns in Deutschland seit mehr als 2 Jahrzehnten in Fachkreisen diskutiert und kommentiert. Das erste DVGW –Arbeitsblatt zu diesem Thema entstand bereits 1993. Dennoch stellt man in der Praxis fest, dass Anforderungen der technischen Regeln immer noch relativ unbekannt sind oder nur unzureichend umgesetzt werden. Dies ist vor dem Hintergrund der Trinkwasserverordnung nicht zu verantworten.

In der Bundesrepublik gibt es seit 01.01.2001 eine Meldepflicht für Legionellen. Zuverlässige Zahlen über die Anzahl der tatsächlichen Erkrankungen werden wohl erst in einigen Jahren verfügbar sein. Es gibt jedoch Schätzungen, die von 6.000 bis 12.000 registrierten Erkrankungen ausgehen. Die Letalitätsrate beträgt rund 20 bis 35%! Damit sterben an den Folgen von Legionellose alleine in Deutschland jährlich zwischen 1200 und 4200 Menschen. Es sind somit Tag für Tag rund 3 bis 11 Legionellentote zu beklagen. Die zahlenmässige Wahrheit liegt sicherlich irgendwo in der Mitte.

Amöben und Biofilm

Legionellen benötigen zum Wachsen und Vermehren essentiell Aminosäuren. Diese sind im Wasser nicht frei verfügbar. Amöben sind Protozoen, die z.B. in Wassersystemen leben. Bis zu 300 Amöben wurden stichprobenartig pro Liter Wasser in Hausinstallationen analysiert. Die Legionellen vermehren sich in Amöben

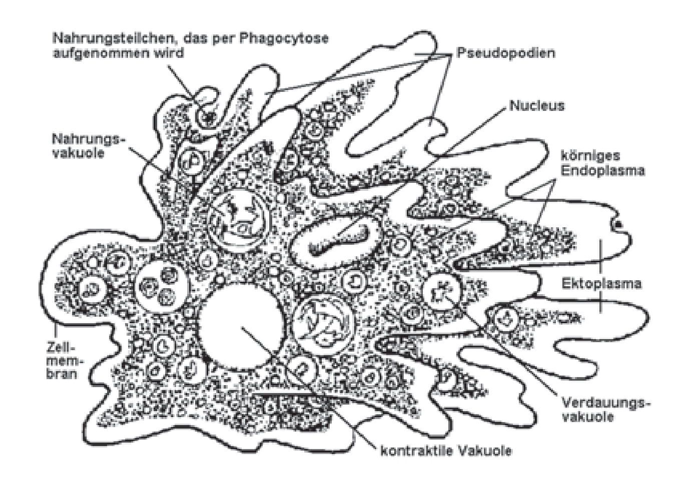


Bild 5: Amöbe (Quelle biodidac.)

intrazellulär und beziehen dabei die essentiell notwendigen Aminosäuren. Pro Amöbe können sich Legionellen „tausendfach“ vermehren.

Legionellen sind beweglich und zeigen ein Wachstum im Bereich von 25° C bis 48° C. Sie bevorzugen als natürlichen Lebensraum warmes Wasser. Sie schmarotzen im Zellinneren einzelliger Tierchen, Protozoen wie Amöben und Ziliaten. Diese wiederum findet man als natürliche Bewohner von Biofilmen.

Biofilme sind Beläge aus Mikroorganismen und extracellulären Substanzen. Diese oft schleimigen oder pilzartigen Beläge werden von den Legionellen besiedelt, die sich dort vermehren. Das Hauptproblem: Biofilme sind extrem resistent gegen Desinfektionsmittel. Daher erweisen sich Legionellen gegenüber gängigen Desinfektionsmethoden äusserst resistent, da der Biofilm sie gegenüber chemischem Angriff schützt.

Eine erfolgreiche Bekämpfung oder Prophylaxe gegen Legionellenbefall muss daher zwingend bei der Wurzel des Problems, d.h. beim Biofilm ansetzen. Sämtliche Verfahren, die sich ausschliesslich auf die direkte Zerstörung der Legionellen selbst richten, sind zumeist daher nicht nachhaltig und lösen oftmals damit das Problem nicht.



Bild 6: Biofilm in einer Trinkwasserleitung

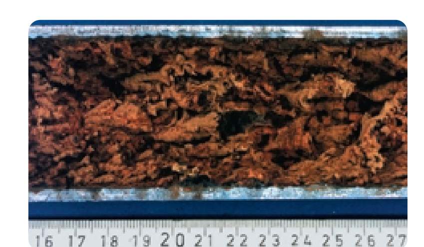


Bild 7: Ausschnitt einer Innenrohr-Erosion und Korrosion bei verzinktem Stahl , die einen Schichtaufbau aufweist, der teilweise zu Biofilmbildung und Rohrdurchbrüchen führen kann

Der Biofilm gilt als die eigentliche Quelle für die Entstehung von Legionellen, ohne diesen gibt es praktisch keine Legionellen im Trinkwasser. Ein Biofilm ist in jeder Trinkwasserversorgungsanlage, selbst in Neuinstallationen nach einigen Monaten, vorhanden. Die Vermehrung der Legionellen erfolgt, bevorzugt in stagnierenden Wässern, in Amöben, bis diese platzt (Legionellenschwarm). Neben den Biofilmen finden die Bakterien oftmals auch optimale Wachstums- und Nahrungebedingungen bei inkrustierten Rohrinnenoberflächen, wie sie zumeist beim verzinkten Stahl vorhanden sind.

Legionellen in der Trinkwasserhausinstallation

Legionellen können mit dem Trinkwasser in sehr geringer Keimzahl in jedes Gebäude gelangen und finden (wie alle anderen Wasserkeime) besonders in weitläufigen Wasserleitungsnetzen grosser Gebäudekomplexe mit vielfachen Verzweigungen und blind endenden Leitungssträngen (Ergebnis von unsachgemässen Umbauten, aber in alten Gebäuden immer noch unauffindbar auf Grund von Zerstörungen während der beiden Weltkriege) gute Wachstumsbedingungen. Aber nicht nur in Betrieb befindliche Gebäude sind von Legionellenbefall betroffen sondern oft auch Neubauten, Bauten nach Sanierungen, Umbauten in denen das Trinkwasser über Wochen stagniert oder saisonal betriebene Anlagen wie Campingplätze und Sportanlagen wie Freibäder mit langen Winterpausen. Zu beobachten sind auch Altenheime, Hotels, Ferienanlagen und Sportstätten.

Weil auch Krankenhäuser oftmals zu dieser Gebäudekategorie gehören und weil dort gerade die Personen konzentriert sein können, die ein erhöhtes Legionellenrisiko haben, stehen Krankenhäuser beim Thema Legionellen im Zentrum des Interesses. In ca. 95% aller Trinkwasserversorgungsanlagen lassen sich Legionellen, wenn auch in sehr geringen Konzentration, nachweisen.

Zu krankmachenden Konzentrationen wachsen sie nur in technischen Systemen auf. Legionellen können neben der Legionärskrankheit auch Wundinfektionen und das „Pontiac-Fieber" (Sommergrippe) hervorrufen. Während erstere zu schweren Komplikationen mit Todesfolge führen kann, klingen die Symptome der Sommergrippe nach 5 – 7 Tagen spontan ab. Wasserführende technische Systeme wie Hausinstallationen für Trink-, Brauch- und Prozesswasser, aber auch Kühlanlagen, Springbrunnen, Bäder und Whirlpools stellen aufgrund der in ihnen meist herrschenden Bedingungen geradezu ideale ökologische Nischen dar. Hier entstehen „hausgemachte" hygienische Probleme, die auch nur „haustypisch" gelöst werden können. In der Regel bildet sich bereits kurze Zeit nach der Inbetriebnahme einer Anlage ein Biofilm, „lediglich" ein mehr oder weniger ästhetisches Problem.

Zum hygienischen Problem wird der Biofilm erst, wenn er die Grundlage für eine Legionellenbesiedelung in hoher Zahl bildet. Abgeleitet aus dem temperaturabhängigen Vermehrungsverhalten der Legionellen sind wie bei den Pseudomonas aeruginosa in Kaltwasserleitungen Temperaturen unter 25° C und im Warmwasser über 60° C als Betriebstemperaturen anzustreben. Neben ausreichender Dämmung muss entsprechend Wärmeenergie bereitgestellt werden. Anstelle längerer von Versorgungsstrang abgehender Stichleitungen sind dezentrale Warmwasserbereiter vor den Zapfstellen zu bevorzugen. Angemessene Leitungsquerschnitte verhindern unzureichende Strömungsverhältnisse. Blindleitungen müssen ausgeschlossen werden. Mit einer Trinkwasserversorgungsanlage wird ein Lebensmittelbehältnis geplant, errichtet und betrieben, und zwar für das Lebensmittel, welches durch kein anderes ersetzbar ist! So ist verständlich, dass der Gesetzgeber zivil- und strafrechtliche Konsequenzen für den Fall geschaffen hat, dass vorsätzlich oder fahrlässig verursachte Schädigungen unnachsichtig verfolgt werden.

Gefährdete Personenkreise

Zu dem besonders gefährdeten Personenkreis gehören Menschen mit gesundheitlichen Vorschäden, geschwächter körperlicher Abwehr, chronischer Bronchitis. Ältere und kranke Menschen sind hinsichtlich einer Legionelleninfektion besonders gefährdet, aber auch jüngere Personen, z.B. Sportler nach körperlicher Leistung, können stärker betroffen sein. Risikofaktoren wie regelmässiger Alkoholgenuss und das Rauchen erhöhen die Gefährdung. Deshalb kann es notwendig sein, dass dort, wo diese Personen leben oder behandelt werden, besonders auf die hygienisch einwandfreie Beschaffenheit des Trinkwassers geachtet werden muss.

Es kann zudem nicht ausgeschlossen werden, dass mit Zunahme von infektdisponierten Personen in der Normalbevölkerung zukünftig auch dem nichtstationären Bereich, also dem häuslichen Umfeld (z.B. in grösseren Wohnanlagen) eine höhere Bedeutung beizumessen sein wird.

Übertragung von Legionellen

Wasser ist nahezu das einzige Reservoir für Legionellen. Eine Übertragung von Legionellen ist deshalb prinzipiell durch Kontakt mit Leitungswasser möglich. Dazu müssen die Legionellen aber in die tiefen Lungenabschnitte gelangen. Dies kann auf zwei Wegen geschehen: Erstens, durch Aspiration winziger Wassermengen (= Mikro-Aspiration) und, zweitens, durch Inhalation von feinsten Wassertröpfchen (= Aerosol). Mikro-Aspirationen können bei Wasserkontakt im Bereich der oberen Atemwege auftreten (z.B. Gesichtspflege und Zähneputzen oder beim Duschen, wenn man dabei das Wasser über Nase und Mund laufen lässt, aber auch beim Wassertrinken). Zur Inhalation von Aerosolen kommt es bei der Patientenversorgung im Rahmen von Aerosolproduzierenden medizinischen Massnahmen, wie der medikamentösen Inhalationstherapie.

Prävention von Legionellenkontakten

Mikro-Aspirationen von Leitungswasser müssen bei Personen mit erhöhtem Legionelloserisiko verhindert werden. Dazu gehören: Karzinom-Patienten unter Chemotherapie; organtransplantierte Patienten; Patienten unter immunsuppressiver Therapie, insbesondere Dauersteroidtherapie; sehr alte pflegebedürftige Patienten mit Magensonden und/oder Tracheostoma; starke Raucher mit chronischobstruktiver Lungenerkrankung. Dies kann durch eine Nutzungseinschränkung von Leitungswasser geschehen: Dabei wird für die Mund-Gesichtspflege und zum Trinken nur Mineralwasser (zu Hause auch abgekochtes Wasser) verwendet, beim Duschen (und beim Haarewaschen über bzw. in der Badewanne) soll das Wasser nicht über das Gesicht laufen.

Bei Aerosolbildenden Massnahmen darf es nicht zur Bildung bakterienhaltiger Aerosole kommen. Um also einen Kontakt der tiefen Atemwege mit Legionellen und Wasserbakterien aller Art zu verhindern, werden standardmässig sämtliche Inhalations- und Beatmungstherapien bei allen Patienten ausschliesslich mit sterilem Wasser – und nicht mit Leitungswasser – durchgeführt (zu Hause kann abgekochtes Wasser verwendet werden).

Legionellenvermehrung

Gute Existenzbedingungen finden Legionellen im Trinkwasser bei Temperaturen von ca. 25° C bis 45° C vor. Das Optimum liegt bei 36° C und einem pH-Wert von 6,8 – 7. Unter diesen Idealbedingungen liegt die Generationszeit bei 2,8 Stunden.

Tabelle 1: Vermehrungszeit von Legionellen bei 36° C

Zeit [h]	Bakterien Anzahl
0	1
2,8	2
14	32
28	1.024
42	32.768

Legionellen verdoppeln ihre Population (unter Optimalbedingungen) durch Zellteilung alle ca. drei bis vier Stunden. Damit steigt ihre Zahl exponentiell an ($y = 2^x$). Bisher sind 44 verschiedene Spezies bekannt, welche sich weiter in serologische Gruppen (bisher 66) aufteilen. Innerhalb einer Serogruppe kann es Subtypen geben. Die bekannteste Spezies ist die "Legionella pneumophila" mit bisher 15 Serogruppen.

Legionellenprobenahme und -analytik

Einer Empfehlung des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn (Prof. Exner) folgend sollten die in der TrinkwV geforderten periodischen Untersuchungen in Krankenhäusern, Pflegeeinrichtungen, Schulen, Kindergärten und Gemeinschaftsunterkünften (§36 IfSG) mindestens jährlich einmal stattfinden. Weitere Frequenzen sollten dann in Abhängigkeit vom jeweiligen Ergebnis festgelegt werden. Gaststätten und sonstige Gemeinschaftseinrichtungen sollten bei 1-5 Einrichtungen pro 10.000 Einwohner jährlich nach Durchführung einer Risikobewertung untersucht werden. Gaststätten, Kantinen und Imbisstuben sollten nach Exner ebenfalls jährlich untersucht werden, wenn hier mehr als 200 Personen arbeitstäglich mit Lebensmitteln und Trinkwasser versorgt werden.

Nach §15(4) TrinkwV dürfen die zur Trinkwasserqualitätsüberprüfung erforderlichen Untersuchungen einschliesslich der Probenahmen nur von solchen Untersuchungsstellen durchgeführt werden, die nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik arbeiten, über ein System der internen Qualitätssicherung verfügen, sich mindestens einmal jährlich an externen Qualitätssicherungsprogrammen erfolgreich beteiligen, über für die entsprechenden Tätigkeiten hinreichend qualifiziertes Personal verfügen und eine Akkreditierung durch eine hierfür allgemein anerkannte Stelle erhalten haben. Die zuständige oberste Landesbehörde hat eine Liste der im jeweiligen Land ansässigen Untersuchungsstellen, die die Anforderungen nach Satz 1 erfüllen, bekannt zu machen. Für die Probenahme zur Legionellenanalytik müssen solche Entnahmestellen ausgesucht werden, die eine repräsentative Probe darstellen.

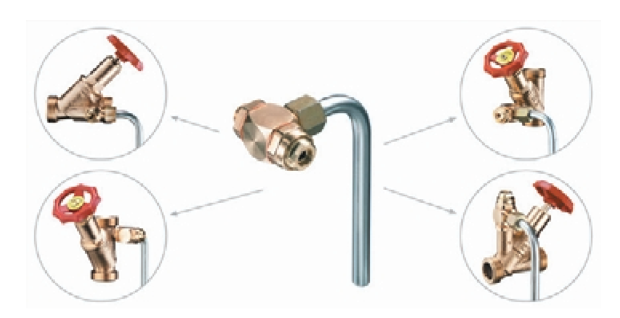


Bild 8: Probenahmearmaturen

Entsprechend der im DVGW-Arbeitsblatt W 551(5) vorgegebenen Probenahmestellen für orientierende oder weitergehende Untersuchungen, sind geeignete Probenahmearmaturen, die mittlerweile im Handel angeboten werden, einzubauen oder auch in bestehende Anlagen nachzurüsten.

Nachfolgend wird die Probenahme nach TrinkwV (periodische Untersuchung) an der Zapfstelle der Trinkwasserhausinstallation kurz beschrieben.

1. Schritt: Probenahme für Analysen chem. und mikrobiologischer Parameter nach TrinkwV



Bild 9: Abflämmen zur Probenahme

Abflämmen (ausser bei Legionellen) der Probenahmestelle. Das Abflämmen dient dazu, dass bei der Untersuchung keine Keime, die am Auslauf der Armatur – oftmals im Perlator – sitzen, in die Probe eingespült werden. Sie sollten sich allerdings vorher vergewissern, dass die Entnahmearmatur keine Kunststoffteile enthält! Am besten ist es, wenn Sie den Perlator (einschliesslich Dichtung) vor dem Abflämmen entfernen und vor der eigentlichen Probennahme einen Liter Wasser abfliessen lassen. Bei der „gestaffelten Probenahme" ist nach einem harmonisierten Verfahren vorzugehen.

2. Schritt: Richtige Flasche verwenden.



Bild 10: Vorsichtiges Abschrauben des Flaschenverschlusses

In den meisten Fällen wird eine 250 ml sterile Flasche für die Legionellenprobenahme eingesetzt. Eventuell ist eine weitere Flasche für die Schwermetallanalytik zu befüllen. Hierzu reicht zumeist ein geringeres Probevolumen (100 ml) aus. Die Flaschen sind immer mit der Öffnung nach oben zu halten und dürfen nur einmal befüllt werden, damit evtl. enthaltenen Stabilisatoren (Salze, Säuren oder andere Chemikalien) nicht ausgespült werden

3. Schritt: Probenahme

Die Legionellenproben sollten möglichst an der Dusche entnommen werden. Die gekennzeichnete spezielle Flasche für die Legionellenanalytik vorsichtig öffnen und langsam befüllen. Dabei sollte auch die genaue Probeentnahmeuhrzeit und die Temperatur des Wassers protokolliert werden



Bild 11: Legionellen-probenahme



Bild 12: Schwermetall-probenahme

Die Proben für die Metallanalytik (Schwermetalle) sollten möglichst an der Waschtischarmatur entnommen werden, ebenso die Proben für die übrigen in der TrinkwV geforderten mikrobiologischen Parameter. Die Armatur sollte dabei nicht mit dem Flaschenmaterial in Berührung kommen. Dabei ist besonders darauf zu achten, dass der Flaschenschraubverschluss des „mikrobiolgischen Probengefässes" auf dem Kopf stehend abgelegt oder besser noch festgehalten wird und auf keinen Fall mit der offenen Seite auf einer unsauberen Fläche abgelegt wird. Ansonsten könnten beim Verschliessen Keime von der Ablagefläche in die Probenflasche gelangen.



Bild 13: mikrobiologische Probenahme

4. Schritt: Flaschen verschliessen und Transport



Bild 14: verschliessen der Probenflasche

Die Flaschen unmittelbar nach der Entnahme sorgfältig verschliessen, den Namen des Probenehmers, die genaue Entnahmestellenbezeichnung, Entnahmedatum, Uhrzeit und die Temperatur auf der Flasche oder auf einem mitgeführten Probenahmeprotokoll notieren. Die Lagerung und der Transport sowie die Transportbedingungen werden von der Untersuchungsstelle vorgegeben.

Bewertung der Legionellenanalyse

Die Bewertung bei einer Wasseruntersuchung nachgewiesener Legionellen wird in der Gesamtkeimzahl koloniebildender Einheiten je 100 ml Wasser (KBE/100 ml) angegeben. Als Koloniezahl wird die Zahl der mit achtfacher Vergrösserung sichtbaren Kolonien bezeichnet, die sich aus den in 100 ml des zu untersuchenden Wassers befindlichen Bakterien bei einer Bebrütung nach vorgegebener Zeit mit entsprechender Temperatur bilden. Nach dem DVGW-Arbeitsblatt W551 erfolgt eine Einstufung entsprechend der gemessenen Koloniezahl. (s. Tabelle 2a und 2b)

Tabelle 2a: Bewertung der Befunde bei einer orientierenden Untersuchung

Legionellen (KBE/100 ml)	Bewertung	Massnahme	weitergehende Untersuchung	Nachuntersuchung
>10.000	extrem hohe Kontamination	Direkte Gefahrenabwehr erforderlich, (Desinfektion und Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot) Sanierung erforderlich	unverzüglich	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung
>1.000	hohe Kontamination	Sanierungserfordernis ist abhängig vom Ergebnis der weitergehenden Untersuchung	umgehend	–
≥100	mittlere Kontamination	keine	innerhalb von 4 Wochen	–
<100	keine/geringe oder nachweisbare Kontamination	keine	keine	nach 1 Jahr (nach 3 Jahren)

Tabelle 2b: Bewertung der Befunde bei einer weitergehenden Untersuchung
Die Untersuchungen und Bewertungen sind nach der jeweils gültigen Empfehlung des Umweltbundesamtes vorzunehmen

Legionellen (KBE/100 ml)	Bewertung	Massnahme	weitergehende Untersuchung	Nachuntersuchung
>10.000	extrem hohe Kontamination	Direkte Gefahrenabwehr erforderlich, (Desinfektion und Nutzungseinschränkung, z.B. Duschverbot) Sanierung erforderlich	unverzüglich	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung
>1.000	hohe Kontamination	kurzfristige Sanierung erforderlich	innerhalb von max. 3 Monaten	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung
≥100	mittlere Kontamination	Mittelfristige Sanierung erforderlich	innerhalb max. 1 Jahr	1 Woche nach Desinfektion bzw. Sanierung
<100	keine/geringe oder nachweisbare Kontamination	keine	–	nach 1 Jahr (nach 3 Jahren)

Tabelle 3: Anhaltswerte für die Ergebnisse aus orientierenden und weitergehenden Untersuchungen

Legionellenanzahl (KBE/100ml)	Bewertung	Massnahmen/Untersuchung
>10.000 KBE/100ml	extrem hohe Kontamination	Gefahrenabwehr Sofortmassnahmen
>1.000 KBE/100ml	hohe Kontamination	Sanierung erforderlich
≥100 KBE/100ml	mittlere Kontamination	Weitergehende Untersuchung bzw. mittelfristige Sanierung
<100 KBE/100ml	Keine/geringe oder nachweisbare Kontamination	Nachuntersuchungen jährlich bzw. alle 3 Jahre

Mit Inkrafttreten der Trinkwasser-Verordnung (TrinkwV 2001) wurde den Gesundheitsämtern mit dem § 18 ein neuer Überwachungsbereich übertragen: Die Überprüfung der Wasserversorgungsanlagen aus denen Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird und Anlagen nach §13, Abs.3 in öffentlichen Gebäuden hinsichtlich der Einhaltung der Anforderungen der Verordnung durch entsprechende Prüfungen. Vorwiegend überwacht werden die Wasserversorgungsanlagen von Krankenhäusern, Kindergärten, Schulen, Gaststätten und anderen Gemeinschaftseinrichtungen. Bei Bedarf kann das Gesundheitsamt eine Untersuchung des Wassers, insbesondere auf Pseudomonas aeruginosa, Salmonella spec., oder auch Legionella spec. veranlassen.

Werden die Grenzwerte nicht eingehalten, so muss sofort das Gesundheitsamt informiert werden. Das Gesundheitsamt kann dann die Nutzung des Trinkwassers einschränken (z.B. Duschverbot) oder solche Gebäude sogar vorübergehend schliessen. Vorkommnisse dieser Art betrafen in der Vergangenheit oftmals auch Neubauten. Diese durften erst in Betrieb genommen werden, nachdem eine Sanierung stattgefunden hatte und der Nachweis einer hygienisch einwandfreien Trinkwasserbeschaffenheit geführt werden konnte. In diesen Fällen hat das Gesundheitsamt über Ausnahmen und Ersatzwasserversorgungen zu entscheiden. Geprüft wird u.a., ob die in §4 der TrinkwV geforderte Einhaltung der anerkannten Regeln der Technik zum Erreichen der Hygieneanforderungen bei der Planung, Errichtung und Betrieb von Trinkwasserinstallationen stattgefunden hat. Diese sind beispielsweise:

- Technische Komponenten der Hausinstallation und die Anforderungen aus der EN 1717 (Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfliessen) [6]
- DIN EN 806 Technische Regel für Trinkwasser-Installation [7] Hier insbesondere die Teile 1 Allgemeines und Teil 2 Planung.
- DIN 1988, Technische Regel für Trinkwasser-Installation. [8]
- DIN 4708; Zentrale Wassererwärmungsanlagen – Auslegung für Wohngebäude. [9]
- DIN 4753; Wassererwärmer und Wassererwärmungsanlagen für Trink- und Betriebswasser. [10]
- DIN EN 12502; Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe. Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserleitungssystemen. [11]
- DIN 50930-6; Korrosion der Metalle – Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer – Teil 6: Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit. [12]

Die DVGW Arbeitsblätter:

- DVGW-Arbeitsblatt W 551; Trinkwassererwärmungs- und Trinkwasserleitungsanlagen; Technische Massnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen.
- DVGW-Arbeitsblatt W 553; Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungssystemen. [13]

Die VDI Richtlinie:

- VDI 6023; Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen. [14]
  sowie die ZVSK Merkblätter, Fachinformationen und Betriebsanleitungen
- Dichtheitsprüfung von Trinkw.-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser [15]
- Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen. [16]
- Dämmung von Sanitär- und Heizungsrohrleitungen. [17]
- Technische Massnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene. [18]
- Trinkwasser-Installation. [19]

Weiterhin soll eine Besichtigung einer Hausinstallation in einem bestehenden Gebäude durchgeführt werden. Vor Ort wird dabei erläutert, wie man eine Begehung systematisch durchführt, sich orientiert und dann die kritischen hygienischen Punkte oder

Bauteile analysiert. Die Überwachung obliegt in Deutschland den Gesundheitsbehörden.

In vielen Teilen Europas wie z.B. England oder den Niederlanden wird bereits heute eine Risikobewertung der Trinkwasserversorgungsanlagen hinsichtlich eines Legionellenrisikos erstellt. Auch bei uns nehmen die Überprüfungen auf Legionellen und Pseudomonas aeruginosa deutlich zu.

Zu den Wasserversorgungsanlagen gehören das gesamte Leitungsnetz und die Hausinstallation. Somit erstreckt sich der Geltungsbereich der TrinkwV bis zu jedem Wasserhahn, also auch auf die gesamte Trinkwasserinstallation in Häusern und Wohnungen. Entsprechend der neuen TrinkwV haben Vermieter sicherzustellen, dass Trinkwasserqualität in Leitungssystemen gewährleistet ist. Für die Überwachung des Trinkwassers innerhalb der Hausinstallation ist der jeweilige Hausbesitzer verantwortlich. So darf der Hausbesitzer anderen (seinen Mietern, Hotelgästen, Krankenhauspatienten, Schülern, Mitarbeitern, Konzertbesuchern etc.) nur Wasser in Trinkwasserqualität zur Verfügung stellen.

Das Gesundheitsamt in Frankfurt am Main führt bereits seit fast 20 Jahren Untersuchungen über Legionellen in Warmwassersystemen von Krankenhäusern, Hallenbädern, Altenheimen, Hotels, vereinzelt auch in Wohnsiedlungen mit zentraler Warmwasserversorgung etc. durch. Inzwischen liegen hier mehrere Tausend Untersuchungsergebnisse vor. Erste grössere, systematische Untersuchungsserien fanden 1988 statt. Zunächst wurden insbesondere die Warmwassersysteme der Krankenhäuser, der öffentlichen Bäder, der Schulbäder und der Altenheime untersucht. Die Ergebnisse aus den Jahren 1988 bis 1991 sowie Beispiele verschiedener Sanierungsmassnahmen wurden 1992 erstmals veröffentlicht. Es zeigte sich, dass in 16 von 17 Krankenhäusern (94%), in 20-40 % der Altenheime und in 50-80 % der untersuchten Hallenbäder Legionellen im Warmwassersystem nachgewiesen werden konnten. Die Ergebnisse stimmen recht gut überein mit Angaben aus der Literatur, wonach in mindestens 60 – 70 % der Proben aus Krankenhäusern, Altenheimen und Hallenbädern positive Legionellennachweise erhalten werden.

Das Stadtgesundheitsamt Frankfurt am Main fordert z.B. bei positiven Legionellenbefunden die Eigentümer der untersuchten Liegenschaften zu entsprechenden Sanierungs- und Abhilfemassnahmen auf, die allerdings meist sehr schwierig und langwierig sind. Infolge verschiedener Sanierungsmassnahmen konnte im Rahmen der Frankfurter Untersuchungen in den letzten Jahren stadtweit eine langsame, aber stetige Verringerung der nachweisbaren Legionellenkonzentrationen festgestellt werden.

Viele Beispiele aus der Praxis zeigen, dass Planer und Sanitärinstallateure über ein grosses Wissen z.B. im Bereich der Werkstoffkorrosion und Verbindungstechnik verfügen, doch man stellte auch fest, dass das Wissen um die Legionellen, die Mechanismen der Kontamination und die Vermehrung von Legionellen in Trinkwassersystemen sowie der Prävention wesentlich geringer ausgeprägt ist und offensichtlich eine gewisse Hemmschwelle existiert, sich mit mikrobiologischen Fragen auseinanderzusetzen.

Die mit Planung, Bau und Betrieb von Hausinstallationen Beschäftigten bezeichnen gerne das erwärmte Wasser als „Brauchwasser", wodurch deutlich gemacht werden soll, dass hiermit Wasser minderer Güte gemeint sei. Es gilt jedoch, dass erwärmtes und nicht erwärmtes Wasser für den menschlichen Gebrauch, gemessen an den Parametern der TrinkwV gleich gut geeignet sein muss. Dies erkennt man auch schon daran, dass die TrinkwV von 2001 gegenüber der Vorgängerversion von 1996 keinen Grenzwert mehr für die Temperatur festsetzt.

Wichtige Hinweise für eine wirkungsvolle Legionellenvermeidung

Für eine effektive und insbesondere kosteneffiziente Bekämpfung und Vorbeugung gegen den Befall mit Legionellen und Pseudomonas aeruginosa haben sich aber auch die folgenden Massnahmen und Methoden bewährt, die in der Fachinformation des

ZVSHK „Technische Massnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene“ vom September 2005 ausführlich beschrieben und in einem weiteren Fachvortrag erläutert werden [20].

Von ganz entscheidender Bedeutung ist die sinnvolle Planung der Installation sowie die Materialauswahl von Rohren und Armaturen. Grundsätzlich sind nach der AVBWasserV § 12 Abs.4 [21] nur Bauteile, Geräte, Apparatearmaturen und Rohrleitungen zu verwenden, die den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen. Produkte mit einem DIN/DVGW- oder DVGW-Prüfzeichen haben den Nachweis erbracht, dass alle Anforderungen entsprechend der technischen Regelwerke, wie z.B. KTW [22], W 270 [23] und DIN 50930-6, erfüllt sind. Mögliche Einsatzbeschränkungen von Produkten sind beispielsweise den Herstellerhinweisen, sowie der DIN EN 12502 und der DIN 50930-6 zu entnehmen. Nach DIN 1988-7 „Vermeidung von Korrosionsschäden und Steinbildung“ (Dez. 2004) ist in warmgehenden Systemen auf den Einbau von Rohrleitungen und Bauteilen aus schmelztauchverzinkten Werkstoffen wegen erhöhter Korrosionswahrscheinlichkeit und Rostwasserbildung zu verzichten. Auch in Kaltwasserleitungen sollten verzinkte Stahlrohre höchstens noch bei Instandsetzungsarbeiten verwendet werden, jedoch nicht mehr bei Neuinstallation. Vom Wasserversorger sollte eine Wasseranalyse und weitere Angaben für die Werkstoffwahl und Planung der Anlage angefordert werden. Der ZVSHK bietet dazu ein Formular zur Musteranfrage zur Werkstoffauswahl im Internet an.

Damit die Hygieneanforderungen eingehalten werden können, ist bereits bei Transport, Lagerung und Montage der Rohre zu beachten, dass eine Verschmutzung der wasserberührten Teile vermieden wird. Hierzu sind z.B. Rohrverschlüsse und Verpackungen erst unmittelbar vor der Montage zu entfernen.

Wichtig ist vor allem die richtige Bemessung und hydraulische Anforderung. Die TWE-Austrittstemperatur soll mind. 60°C, die TWE-Eintrittstemperatur der Zirkulationsleitung mind. 55°C betragen.

- Warmwasserleitung Bemessung nach DIN 1988-3
- Zirkulationsleitung Bemessung nach DVGW-Arbeitsblatt W553
- selbstregelnde Begleitheizung: Bemessung nach ZVSHK-Fachinformation „Zirkulation und Begleitheizung“
- In jedem Fall ist nach den Bemessungsgrundlagen für Warmwasserleitungen mit Zirkulationssystemen ein hydraulischer Abgleich vorzunehmen
- Statische oder thermostat. Regulierventile sind hierfür auszulegen und zu installieren
- Hygienebewusste Rohrleitungsführung ist auszuwählen

Ebenso wichtig wie eine qualifizierte Planung und ordnungsgemässe Installation ist eine fachgerechte Inbetriebnahme unmittelbar nach dem ersten Befüllen der Anlage. Bevor Trinkwasser in die Gebäudeinstallation eingelassen wird, ist die Hausanschlussleitung gründlich zu spülen und der Wasserversorger muss diesen Leitungsteil für die Inbetriebnahme freigeben, gegebenenfalls anhand mikrobiologischer Ergebnisse. Erst danach ist erstmalig kurz vor der Inbetriebnahme Trinkwasser in die Gebäudeinstallation einzulassen und die Trinkwasserinstallation mit eingebauten Armaturen zu spülen. Damit aus dem Versorgungsnetz keine Feststoffpartikel eingespült werden, sind nach DIN 1988-7 vor dem Spülen Filter nach DIN 13443-1 [24] einzubauen, sodass die Spülung mit gefiltertem Wasser erfolgt. Bei Bedarf, z.B. in Gebäuden mit medizinischen Einrichtungen, kann es notwendig sein, dass mikrobiologische Untersuchungen von Wasserproben durchgeführt werden. Die mikrobiologischen Nachweise einer einwandfreien Beschaffenheit des Trinkwassers können als Beweis für eine fachgerecht durchgeführte Installation genutzt werden. Unmittelbar nach der Inbetriebnahme und Übergabe geht die Verantwortung für einen bestimmungsgemässen Betrieb an den Nutzer über.

Bei der Übergabe und Inbetriebnahme einer Trinkwasserinstallation ist dem Betreiber eine Dokumentation, Betriebsanleitung und Inspektions- und Wartungsunterlagen zu übergeben. Ausserdem ist der Betreiber in seine Anlage einzuweisen.

Sanierung von kontaminierten Trinkwasserinstallationen

Häufig werden bei Gebäuden bakterielle Kontaminationen festgestellt, die eine Sanierung erfordern. Daher ist auch die Berücksichtigung bestimmter hygienischer Anforderungen bei der Sanierung von Alt-Installationssystemen von ganz entscheidender Bedeutung.

Folgende Schwachpunkte sind oftmals ursächlich für die Kontamination:

- TWE sind zu gross bemessen
- TWE mit Speicherschichtungen bzw. zu grosser Mischzone
- Parallelschaltung von mehreren Speichern, die keinen hydraul. Abgleich haben und so keine gleichmässige Entnahme bzw. einzelne Speicher keinen Wasserwechsel haben
- Regelthermostate mit zu grosser Schalthysterese
- falsch ausgelegte Zirkulationspumpen
- falsch eingestellte Drehzahlen
- Rückflussverhinderer mit zu grossen Druckverlusten oder mehrere hintereinander angeordnet, wie z.B. hinter Zirkulationspumpen und bei Sammelsicherungen im Strangabsperrventil
- Strangabsperrventile ohne hydraulischen Abgleich, weder manuelles Drosselventil noch Thermostatventil vorhanden
- Einbau von Zentralmischern, die auf vorwiegend ungeeignete Temperaturen im System (meist 45° C) eingestellt sind
- Einbau von ungeeigneten Membranausdehnungsgefässen ohne Durchströmung bzw. ohne DVGW-Prüfzeichen
- Einbau von ungeeigneten Wasserbehandlungsanlagen
- Wasserbehandlungsanlagen, wie z.B. Enthärtungs- oder Dosieranlagen, die weder gewartet werden noch in Funktion sind, weil kein Regeneriersalz oder Dosiermittel nachgefüllt wurde
- mangelhafte Dämmung sowohl bei Warmwasser- als auch bei Kaltwasserleitungen
- bei Bevorratung von Kaltwasser in Geräten, Apparaten usw. in warmen Räumen
- Stagnationswasser in „Totstrecken“, wie z.B. Leitungen zu Be- und Entlüftern, zum Sicherheitsventil, zu Entleerungen oder nicht mehr benötigten Entnahmestellen
- Feuerlöschleitungen „nass“ in denen kein ausreichender Wasserwechsel stattfindet und lediglich „Alibiwaschtische“ angeschlossen sind

Im Sanierungsfall muss gemäss W 551 eine Bestandsaufnahme erfolgen. Dabei müssen die Schwachstellen dokumentiert und durch betriebstechnische, verfahrenstechnische oder bautechnische Massnahmen beseitigt werden.

Bautechnische Massnahmen

Bei diesen Massnahmen sind immer Veränderungen an Leitungen oder Bauteilen notwendig, wie z.B. Abtrennen von Totleitungen, z.B. zum Rohrbelüfter oder zu Entleerungsventilen, Ausbau von Rückflussverhinderern wegen zu hoher Strömungswiderstände, Austausch von Zirkulationspumpen wegen falscher Auslegung, Einbau von thermostatischen Regulierventilen zum hydraulischen Abgleich und Ausbau von Zentralmischern.

Enthärtung

Zum Schutz der Trinkwasser-Installation vor Kalkablagerungen oder Korrosionen kann aber auch eine Behandlung des Trinkwassers durchaus sinnvoll sein.
Gerade bei den im DVGW-Arbeitsblatt W 551 geforderten höheren Temperaturen über 60° C kommt es vermehrt zu Kalkablagerungen. Kalkschlamm im TWE oder Inkrustationen in den Rohrleitungen. Diese bieten Legionellen Möglichkeiten zur Vermehrung.

Die DIN 1988-7 (Ausgabe 12/2004) gibt entsprechende Empfehlungen für Wasserbehandlungsmassnahmen zur Vermeidung von Steinbildung in Abhängigkeit der Härte und Temperatur.

Tabelle 4: Vermeidung von Steinbildung in Abhängigkeit von der Wasserhärte

Härtebereich	Massnahmen bei Temp. ≤ 60° C	Massnahmen bei Temp. > 60° C
Härteber. 1 und 2 Ca-Gehalt < 80mg/l (Härte bis 14° dH)	Keine	keine
Härteber. 1 und 2 Ca-Gehalt < 80mg/l bis 120 mg/l (Härte bis 15° dH bis 21° dH)	keine oder Stabilisierung oder Enthärtung	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen
Härteber. 1 und 2 Ca-Gehalt > 120 mg/l (Härte über 21° dH)	Stabilisierung oder Enthärtung empfohlen	Stabilisierung oder Enthärtung

Schutz vor Korrosionen

Inkrustationen sind, wie bereits früher erwähnt, eine ideale Basis für Biofilmbildung und die Vermehrung von Bakterien. Zudem bieten die Inkrustationen den Bakterien einen Schutz, bei dem sie bei chemischen und thermischen Desinfektionsmassnahmen oftmals nicht genügend erreicht werden, so dass im System nach sehr kurzer Zeit wieder eine Kontamination auftreten kann.

In DIN 50930-6 und DIN 1988-7 wird um Korrosionsschutz und zur Sanierung von bestehenden metallenen Rohrleitungen auf die Möglichkeit einer Dosierung zum Korrosionsschutz hingewiesen. Mit richtig ausgewählten Dosiermitteln ist es möglich, Korrosion zu stoppen oder deutlich zu reduzieren und damit einen Beitrag zur technischen und mikrobiologischen Hygiene zu leisten.

Es sollte aber in jedem einzelnen Fall kritisch geprüft werden, ob nicht langfristig bautechnische Massnahmen günstiger sind als andere Verfahren, denn bautechnische Massnahmen sind bei älteren Anlagen meist unumgänglich und zudem auf Dauer gesehen kostengünstiger, als z.B. regelmässige Desinfektionsmassnahmen.

Dokumentation der Sanierungsarbeiten

Nach Abschluss der Sanierungsarbeiten sind dem Betreiber die Einstelldaten zu dokumentieren, wie z.B.:

- Art und Größe der Trinkwassererwärmungsanlage
- Betriebstemperatur der Anlage; eingestellte Regiertemperatur
- Thermometerstände für Warmwasseraus- und Zirkulationseintritt in den Trinkwassrerwärmern
- Einstellwerte für den erfolgten hydraulischen Abgleich an den Strangregulierventilen
- Angaben der Haltetemperatur bei selbstregelnden elektrischen Heizbändern
- Nachweis über hygienisch-mikrobiologische Untersuchungen nach Tabelle 1a bzw. 1b des DVGW-Arbeitsblattes W 551

Legionellenbekämpfung

Zur Legionellenabtötung in Trinkwasserversorgungsanlagen gibt es im Wesentlichen die im folgenden beschriebenen Verfahren: Ich möchte aber den wichtigen Hinweis geben, dass die nachstehenden Informationen überwiegend nur die persönliche Meinung des Autors und der angegebenen Autoren zu den verschiedenen Verfahren wiedergeben. Die Ausführungen beziehen sich – bis auf eine Ausnahme – nicht auf bestimmte Fabrikate oder Hersteller.

Die thermische und chemische Desinfektion sind Massnahmen, mit denen kurzfristig Verminderungen des Legionellenwachstums zu erreichen sind. Wie die praktische Anwendung solcher Verfahren erfolgt, ist im ZVSHK-Merkblatt „Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen“ ausführlich dargestellt. Vor dem Einsatz einer chemischen oder thermischen Desinfektion muss sichergestellt sein, dass die Komponenten des Warmwassersystems beständig sind. Beispielsweise führen Temperaturen über 60° C bei Rohrleitungen aus verzinktem Stahl zu massiven Korrosionsproblemen. So führt eine Massnahme mit kurzfristigem Erfolg langfristig zu wesentlich grösseren Problemen. Laut DVGW-Arbeitsblatt W 551 werden nach derzeitigem Kenntnisstand Legionellen durch eine kontinuierliche Zugabe von Desinfektionsmitteln nicht ausreichend beseitigt – sofern die Grenzwerte der TrinkwV beachtet werden. Die Zugabe von Desinfektionsmittel soll deshalb nur sporadisch und nicht kontinuierlich erfolgen.

Bei der UV-Bestrahlunge können die mit dem Trinkwasser transportierten Bakterien im Bereich der Anlage abgetötet werden. Wenn solche UV-Anlagen aber in zentralen Trinkwassererwärmern eingesetzt werden, kann eine Rückverkeimung des Systems nicht grundsätzlich ausgeschlossen werden. Im nachfolgenden Trinkwassersystem können z.B. durch Überströmungen in Auslaufarmaturen Legionellen vom Kaltwasser ins Warmwassersystem gelangen. Deshalb kann es erforderlich sein, das System in Abhängigkeit von der Kontamination zusätzlich periodisch zu spülen, oder thermisch oder chemisch zu desinfizieren.

Eine weitere verfahrenstechnische Massnahme zur Legionellenbekämpfung ist der Einbau einer Kombination aus Ultraschallbehandlung und UV-Bestrahlung. Diese wird nach dem zentralen Trinkwassererwärmer eingesetzt und erfasst durch die permanente Zirkulation sowohl den gesamten Warmwasser- als auch den Zirkulationskreislauf. Durch die eingangsseitige Ultraschallbe-

Tabelle 5 Chemikalien zur Anlagendesinfektion bei mikrobiologischer Kontamination

Bezeichnung des Wirkstoffes	**Handelsform**	**Lagerung**	**Sicherheitshinweise**	**Anwendungskonzentration***	
				Rohrleitung	Behälter u. Anlagenteile wie z.B. Trinkwassererwärmer
Wasserstoffperoxid H_2O_2	Wässrige Lösungen 5% und 10%	Lichtgeschützt, kühl, Verschmutzungen unbedingt vermeiden	Bei Lösungen > 5% Schutzausrüstung erforderlich	150 mg/L H_2O_2	max. 15 g/L H_2O_2
Chlorbleichlauge Natriumhypchlorit NaOCl	Wässrige Lösungen mit max. 150 mg/L Chlor	Lichtgeschützt und kühl	Alkalisch, ätzend, Schutzausrüstung erforderlich	50 mg/L Chlor	5 g/L Chlor
Chlordioxid	Zwei Komponenten	Lichtgeschützt, kühl, verschlossen	Wirkt oxidierend; Chlordioxidgas nicht einatmen; Schutzausrüstung erforderlich	2 mg/L ClO_2	0,5 g/L ClO_2

*Die angegebenen Konzentrationen gelten für die Sanierung bakteriell verunreinigter Installationen . Soll dem Füllwasser vor Inbetriebnahme ein Desinfektionsmittel zugegeben werden, weil längere Stagnationszeiten unvermeidbar sind, sind oft geringere Konzentrationen ausreichend.

handlung werden die Wirtsorganismen der Legionellen freigesetzt. Im anschliessenden Verfahrensschritt werden die freigesetzten Legionellen durch die UV-Bestrahlung abgetötet.

Die **UV-Bestrahlung** des durchfliessenden Wassers bei 254 nm, gleichgültig ob mit Ultraschall unterstützt oder ohne, "beseitigt" – wie bereits erwähnt – nur Zellen im durchfliessenden Wasser und hat keinen Einfluss auf die Biofilme an den Oberflächen der vom Trinkwasser berührten Wandungen. Auch in Amöben "versteckte" Legionellen werden grösstenteils von der UV-Bestrahlung nicht erfasst und durchgelassen. Die Lebenserwartung der UV-Röhren beträgt ca. 8.000-10.000 Stunden, d.h. ca. 0,9 bis 1,2 Jahre. Bei Wartungsarbeiten (z.B. Röhrenaustausch) darf das Wasser nicht am Gerät vorbeigeschleust werden, so dass grundsätzlich zwei Geräte einzubauen sind.

Die **thermische Trinkwasserbehandlung** wird oftmals auch thermische Desinfektion genannt. Das Ergebnis dieses Verfahrens hängt ganz entscheidend von der „Desinfektionstemperatur" und der Wirkdauer ab:

Tabelle 6: Abtötung von Legionellen bei der thermischen Behandlung

Desinfektionstemperatur [°C]	Erforderliche Wirkdauer [min]
55	180
60	60 – 120
65	45 – 60
70	4 – 6

Daraus folgt, dass eine kurzfristige Abtötung der Legionellen nur bei einer Erwärmung des Trinkwassers auf mindestens 70°C erfolgt. Dies untermauert auch der erst kürzlich erschienene Kommentar von Waider und Hentschel zum DVGW-Arbeitsblatt W551 [26]. Hierin heisst es u.a.: „Wenn die Trinkwassererwärmer während der thermischen Desinfektion die erforderlichen 70°C nicht erreichen, muss ein anderes Verfahren angewendet werden. Eine thermische Desinfektion mit geringeren Temperaturen durchzuführen ist nahezu aussichtslos, weil die einzuhaltende Zeitdauer bis zur Legionellenabtötung viel zu lang ist." Somit ist die thermische Desinfektion ein sehr effektives Verfahren zur Abtötung von Legionellen im Trinkwasser, unter der Voraussetzung, dass eine Desinfektionstemperatur von 70°C im System erzielt wird. Neueste Untersuchungen zeigen allerdings auch, dass sich die Legionellen über viele Generationen hinweg an höhere Temperaturen anpassen. So liegt die optimale Population nach neueren Untersuchungen bei rund 44°C.

Der Energie- und Wasserverbrauch sowie der Personalkostenaufwand sind neben einer Gefahr für das Personal durch Verbrühung auch beträchtlich. Dabei wird die Kaltwasserseite, welche meist im Sinne der Trinkwasserverordnung gar keine mehr ist (Temperaturen sollten immer – auch in Stillstands-/Stagnationszeiten – möglichst unter 18 Grad bleiben), überhaupt nicht mehr berücksichtigt. Auch moderne, elektronische "Legionellenschaltungen" erreichen nur die angesteuerten Duschen und nicht die manuell zu bedienenden Ausläufe. In diesen "thermisch-hydraulischen" Totstrecken bleibt der Biofilm völlig unberührt und kann sich in kürzester Zeit wieder im ganzen System ausbreiten. Legionellen passen sich im Biotop Wasserversorgungssystem besonders gut an, so dass sie "Angriffe" konventioneller Art problemlos überstehen und ihre Art erhalten können. Aber wie so häufig im Leben ist es auch hier die richtige Kombination aus verschiedenen Techniken die zum Erfolg führt – und diese ist bei jedem Installationssystem individuell zu beurteilen.

Systemlösung für legionellenfreie Trinkwassererwärmung

Einige Hersteller bieten wirkungsvolle Lösungen zur legionellenfreien Trinkwassererwärmung an. Die Anlagen arbeiten nach dem Verfahren der thermischen Desinfektion, wobei die Reaktionstemperatur innerhalb der Anlage konstant auf 70°C gehalten wird.

So ist z.B. das ThermoClean ® System so dimensioniert, dass eine Verweildauer von mindestens 6 Minuten im Reaktionsraum der Anlage gewährleistet ist. Bei Zapfbetrieb wird die Reaktionstemperatur von 70°C innerhalb des Systems auf die gewünschte

Tabelle 7: Übersicht über Vor- und Nachteile unterschiedlicher Legionellenbekämpfungsmassnahmen

Massnahme	Vorteile	Nachteile
Thermische Desinfektion	▪ sichere Legionellenabtötung ▪ keine Chemikalienzusätze	▪ keine Wuchsbelagsentfernung ▪ rasche Wiederverkeimung ▪ Verbrühungsgefahr am Austritt ▪ Rohrmaterial z.T. nicht hitzebeständig ▪ hoher Organisations-, Energie- und Personalaufwand ▪ problematisch bei Rund-um-die-Uhr-Betrieb (Krankenhaus, Hotel etc.) ▪ mögl. Erwärmung der Kaltwasserseite mit nachfolgender Aufkeimung ▪ nicht bzw. nur aufwendig mit Solarenergie, Wärmepumpen etc. kombinierbar
Intermittierende Aufheizung des Heizkessels auf ≥ 70 °C	▪ Legionellenminimierung im Kessel	▪ keine Wirkung im Leitungsnetz
Temperatur nach DVGW: Heizkessel ≥ 60 °C **Warmwasserzirkulation ≥ 55 °C**	▪ Legionellenminimierung (Empfehlenswert bei Neuinstallationen)	▪ vielfach Leitungsüberdimensionierung ▪ mögliche Erwärmung von Kaltwasserstagnationszonen mit folgender Aufkeimung
Chlorung **(Chlordioxid bildet keine HKW und ist etwa 4x wirksamer als Chlorbleichlauge)** **Chlorelektrolyseverfahren** **Anodische Oxidation**	▪ sichere Abtötung einzelner Legionellen bei Dauereinwirkung ▪ keine oder verzögerte Biofilmneubildung ▪ langfristiger Abbau von Biofilmen ▪ Depotwirkung	▪ Chemikalienzugabe (mit möglichen Auswirkungen auf die Wasserqualität) ▪ Legionellen in Biofilmen und Einzellern werden ungenügend abgetötet
UV-Bestrahlung	▪ sichere Abtötung einzelner Legionellen ▪ keine Chemikalienzugabe	▪ Legionellen in Biofilm-Partikeln und Einzellern werden ungenügend abgetötet ▪ keine Depotwirkung ▪ kein Biofilmabbau im System
UV-Bestrahlung mit Ultraschallbehandelung	▪ Ultraschall soll Legionellen aus Biofilmen und Einzellern zur sicheren Abtötung vereinzeln ▪ wie bei UV-Bestrahlung	▪ wie bei UV-Bestrahlung ▪ keine Depotwirkung ▪ kein Biofilmabbau im System ▪ zuverlässige Legionellenfreisetzung durch Ultraschall nicht gutachtlich bestätigt
Peroxyd-Verbindungen	▪ Ablösung von Biofilmen	▪ nicht zulässig zur Dauerdesinfektion
Filter	▪ „Sterilität im Filtrat“	▪ keine Depotwirkung ▪ kein Biofilmabbau im System ▪ kostenintensiv ▪ Druckabfall ▪ mögliche Material- und Personalfehler

Warmwasser-Netztemperatur zurückgekühlt. Die Warmwasser-Netztemperatur kann beliebig zwischen 45° C und 60° C eingestellt werden. Somit kann bei entsprechender Einstellung auf die Installation eines Verbrühungsschutzes an den Zapfstellen verzichtet werden. Durch die Einbindung der Zirkulation in das System ist bei bestimmungsgemässem Betrieb der Zirkulationsleitung eine fortwährende thermische Desinfektion des Warmwasser-Rohrnetzvolumens sichergestellt.

Verfahrensübersicht zur Legionellenbekämpfung

Abschliessend zu meinen Ausführungen möchte ich noch einmal eine weitere Übersicht über Vor- und Nachteile unterschiedlicher Legionellenbekämpfungsmassnahmen geben, die von mir geringfügig veränderte Tabelle 7, die unter wissenschaftliche Beratung von Dr. Bonita Brodhun, RKI Robert-Koch-Institut Berlin, Benedikt Schaefer, UBA Umweltbundesamt Bad Elster, Dr. Peter Schindler, LGL Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit München im Mai 2004 entstanden ist, wiedergeben. Sie erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und soll ausschliesslich zur Orientierung dienen.

Schlussbemerkung

Legionellen wie auch Pseudomonas aeruginosa sind Krankheitserreger, die aus der Umwelt stammen und massgeblich mit dem Hausinstallationssystem im Zusammenhang stehen. Die Eliminierung beider Keime erscheint auf den ersten Blick vergleichsweise einfach: „Heißwasser muss genügend heiss sein und es auch bleiben, Kaltwasser muss genügend kalt sein und es auch bleiben und es sollte möglichst keine langen Aufenthaltszeiten im Rohrnetz geben“. In den nach den anerkannten Regeln der Technik geplanten, installierten und betriebenen Gebäuden sollte es daher gelingen, die Belastung mit Legionellen und Pseudmonas aeruginosa akzeptabel niedrig zu halten. Bei Altbauten gelingt dies zumeist wegen überdimensionierter Rohrleitungsnetze, nicht bekannter Rohrmaterialien, schlechter Isolation und Totleitungen allerdings nicht oder nur sehr schlecht. Sofern eine Sanierung in absehbarer Zeit nicht erfolgen kann, sollten anderweitige Mittel wie z.B. die Desinfektionsmitteldosierung eingesetzt werden. Der Erfolg der getroffenen Massnahmen ist auf jeden Fall über mikrobiologische Untersuchungen nachzuweisen. Beachtet werden muss allerdings auch, dass es innerhalb einer Trinkwasserinstallation immer auch zu lokalen Verkeimungen z.B. an der Zapfstelle kommen kann, die trotz Einhaltung der Technischen Regeln vereinzelt stark kontaminiert sein können. Auch werden sich punktuell endständige Legionellenwachstum fördernde Temperaturzonen innerhalb eines Trinkwasserinstallationssystems nicht vollständig ausschliessen lassen. Hier können aber vor Ort zu treffende Massnahmen wie Entkalkung, häufige Reinigung und regelmässige Wartung der Anlagen und Geräte, Reinigung und häufiger Austausch von Dichtungen und Perlatoren sehr nützlich sein. Sinnvoll ist auch der Einbau Aerosolbildung vermindernder Armaturen und das Ablaufen lassen von Stagnationswasser vor dem Gebrauch.

Aufgrund der grossen Anzahl von Entnahmestellen kann nicht jede dieser Stellen einzeln untersucht werden. Es sollten allerdings einzelne repräsentative Probenahmestellen ausgesucht und regelmässig analysiert werden.

Auch der Trinkwasserversorger muss durch entsprechende Pflege und Betrieb seines Netzes dafür Sorge tragen, dass aus seinem Netz keine unerlaubt hohen Keimbelastungen an der Trinkwasserübergabestelle in die Hausinstallationsanlage des Kunden eingebracht werden.

Literaturübersicht

[1] DIN 2000, Ausgabe:2000-10 Zentrale Trinkwasserversorgung – Leitsätze für Anforderungen an Trinkwasser, Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung der Versorgungsanlagen – Technische Regel des DVGW

[2] Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung von Infektionskrankheiten beim Menschen (Infektionsschutzgesetz – IfSG) vom 20.Juli 2000. BGBl Teil I Nr.33 ; Gültig ab 01.01

[3] Verordnung zur Novellierung der Trinkwasserverordnung vom 21. Mai 2001; Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 24, S. 959 ff.

[4] Richtlinie 98/83 EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch; Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 330/32 vom 5.12.98

[5] DVGW-W 551 Merkblatt für Trinkwassererwärmungs- und -leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasserinstallationen, Hrsg. vom DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Ausgabe 04/2004

[6] DIN EN 1717, Ausgabe:2001-05 Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen – Technische Regel des DVGW; Deutsche Fassung

[7] DIN EN 806 Teil 1 und 2 Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 806-1:2001 + A1:2001 ; Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2: Planung; Deutsche Fassung EN 806-2:2005

[8] DIN 1988, Technische Regel des DVGW; Ausgabe:1988-12; Tei 1: Allgemeines; Teil 2: Planung und Ausführung; Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische ; Teil 3: Ermittlung der Rohrdurchmesser; Teil 4: Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Teil 5: Druckerhöhung und Druckminderung; Teil 6: Feuerlösch- und Brandschutzanlagen; Teil 8: Betrieb der Anlagen; Technische Regel des DVGW

[9] DIN 4708 Blatt 1: Zentrale Brauchwasser-Erwärmungsanlagen; Begriffe und Berechnungsgrundlagen – Blatt 2: Zentrale Brauchwasser-Versorgungsanlagen; Regeln zur Ermittlung des Brauchwasser-Wärmebedarfes in Wohnbauten – Blatt 3: Zentrale Brauchwasser-Erwärmungsanlagen; Regeln zur Leistungsprüfung von Brauchwassererwärmung für Wohnbauten

[10] DIN 4753; Brauchwasser-Erwärmungsanlagen; Ausführung, Ausrüstung und Prüfung

[11] DIN 12502, Ausgabe:2005-03 Korrosionsschutz metallischer Werkstoffe – Hinweise zur Abschätzung der Korrosionswahrscheinlichkeit in Wasserverteilungs- und Wasserspeichersystemen; Deutsche Fassung EN 12502-1:2004

[12] DIN 50930-6, Korrosion der Metalle – Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wässer – Teil 6: Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit, Ausgabe:2001-08

[13] DVGW Arbeitsblatt W 553, Arbeitsblatt zur "Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungsanlagen"; Hrsg. vom DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e.V. Ausgabe 12/98

[14] VDI-6023: Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasseranlagen. Hrsg. VDI-Gesellschaft Technische Gebäudeausrüstung; Ausgabe Dezember 1999

[15] ZVSHK Merkblatt Dichtheitsprüfung von Trinkwasser-Installationen mit Druckluft, Inertgas oder Wasser (2004)

[16] ZVSHK Merkblatt Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen (Oktober 2004)

[17] ZVSHK Merkblatt Dämmung von Sanitär- und Heizungsrohrleitungen.

[18] ZVSHK Merkblatt Technische Massnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene

[19] ZVSHK Merkblatt Trinkwasser-Installation.

[20] ZVSHK Fachinformation „Technische Massnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene (September 2005)

[21] Verordnung über Allgemeine Bedingungen für die Versorgung mit Wasser (AVBWasserV) vom 20. Juni 1980 (BGBI. I S. 684)

[22] KTW – Empfehlungen (KTW = Kunststoffe und Trinkwasser); Gesundheitliche Beurteilung von Kunststoffen und anderen nichtmetallischen Werkstoffen im Rahmen des Lebensmittel- und Bedarfsgegenständegesetzes für den Trinkwasserbereich 1. und 2. Mitteilung ff. Bundesgesundheitsblatt 20 (1977), Heft 1 S. 10 ff.

[23] DVGW Arbeitsblatt W 270 „Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung Ausgabe 11/1999

[24] DIN 13443-1 Anlagen zur Behandlung von Trinkwasser innerhalb von Gebäuden – Mechanisch wirkende Filter – Teil 1: Filterfeinheit 80 µm bis 150 µm; Anforderungen an Ausführung und Sicherheit, Prüfung; Deutsche Fassung EN 13443-1:2002

[25] DVGW VP 554; Thermostatische Zirkulationsregulierventile für den hydraulichen Abgleich in Warmwasser-Trinkwassersystemen – DVGW Arbeitsblatt- Ausgabe 04/2003

[26] Kommentar zum DVGW-Arbeitsblatt W 551 „Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums in Trinkwasser-Installationen" Von Dipl.-Ing. Wolfgang Hentschel, Dipl.-Ing. Dieter Waider Ausgabe 2004/2005, 138 Seiten, DIN A4, broschiert

Dipl.-Ing. Architekt Hadi Teherani

Gebaute Emotion

Teil 1 – Berliner Bogen, Hamburg

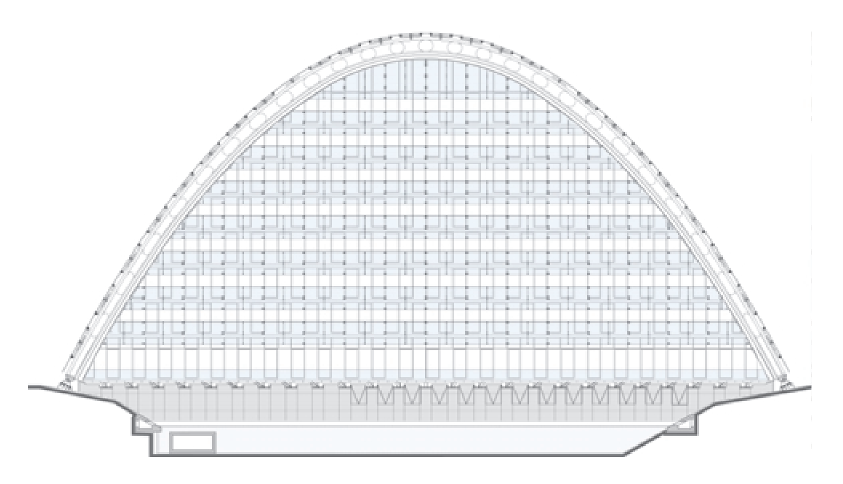
Das Bürogebäude Berliner Bogen, über einem der zahllosen Kanäle Hamburgs konstruiert, hat zusätzliches Bauland im Großstadtraum gewonnen, und dem Viertel einen neuen Aspekt verliehen. Mit einer Nettofläche von zirka 32. 000 qm bietet das Gebäude Raum für über 1200 Arbeitsplätze. Aus dem Zusammenspiel der besonderen Lage und der parabolischen Bogenform ergibt sich ein innovatives und in der Gestaltung beeindruckendes architektonisches Element am Eingang zum Stadtzentrum von Hamburg. Auf einer Länge von rund 140 Metern überspannt das Gebäude das Ende des kilometerlangen Hochwasserbassins. An den beiden Uferseiten abgestützt, wölben sich Stahlbögen bis zu einer Höhe von 36 Metern parabelförmig über den Kanal. Angebunden an den Kanal einerseits und an den Anckelmannsplatz, einem wichtigen Verkehrsknotenpunkt im Südosten des Hamburger Zentrums, andererseits, bildet das Gebäude mit seinem Bogen eine Nahtstelle zwischen Wasser und Stadt.

Das Gebäude ist als Haus im Haus konzipiert – mit einem inneren massiven Teil, dessen Deckenplatten an den alles überspannenden Stahlbögen teilweise abgehängt sind und einer Glashülle, die die gesamte kammartige Form umschließt. Dadurch entstehen sechs trapezförmige überdachte Wintergärten die als klimatische Pufferzone zwischen dem inneren Gebäude und dem Aussenraum





wirken. Als lowtech -Gebäude ohne den Einsatz von Klimaanlagen konzipiert, entsteht durch die beiden Fassadenebenen ein klima- und schalltechnischer Zwischenbereich, der es erlaubt die Büros natürlich zu belüften und die Betriebskosten für Heizung um fast die Hälfte zu reduzieren. Störende Einflüsse wie Regen, Wind, Lärm und Immissionen „bleiben draußen ", so dass auch außenliegender Sonnenschutz im Hochhaus möglich wird. Unter dem 1. Untergeschoss mit Lagerflächen, Technikflächen und ca. 190 Stellplätzen entstand ein Mischwasserrückhaltebecken für die Hamburger Stadtentwässerung. Die überspannende Bogenkonstruktion trägt die Hauptlast des aufgehenden Gebäudes, so dass die Miittelbereiche des Mischwasserrückhaltebeckens und dessen





Entwässerungsleitungen statisch unangetastet bleiben. Ein symbolisches Wasserbassin aus Glasrecycling an der nördlichen Eingangsseite läßt den Besucher die Lage über dem Kanal auch vom Anckelmannsplatz aus erleben, das Gebäude scheint über dem Wasser zu schweben. Das alte Pumpwerk der Hamburger Stadtentwässerung auf dem Vorplatz ist durch einen modernen, transparenten Informationskubus ersetzt worden. Eine breite Brücke führt ins großzügige, helle Foyer der Anlage. An die Eingangshalle schließt sich die breite Haupterschließungsachse des Bürohauses an. Als Abschluss und Höhepunkt dieser Kommunikationsachse befindet sich an ihrem Ende eine Terrasse unmittelbar über dem Kanal.

Vom Mitteltrakt zweigen acht trapezförmige Quertrakte ab, die an die Außenhaut des Gebäudes stoßen. Vier Erschließungskerne für jeweils zwei Trakte, direkt an der Hauptachse gelegen, sorgen für kurze Wege und gute Erreichbarkeit jedes einzelnen Bereiches. Je höher die Ebene liegt, desto kürzer ist die Entfernung vom Kern zur Außenschale. Ein effektiver Sonnenschutz vor den Büroräumen verhindert das Eindringen von ungewollter Wärme im Sommer. Durch Bauteilheizung und -kühlung in den unverkleideten Betondecken wird die Speicherkapazität klimaausgleichend genutzt; auf konventionelle Heizkörper wurde weitestgehend verzichtet. Ziel im Verlauf der Planung war es, die Geometrie des Gebäudes durch Nutzung regenerativer Energien auszunutzen und den Energiebedarf, sowie die damit verbundene Klimatechnik dadurch zu minimieren. Durch Simulationsmodelle wurde die optimale Konstellation von Öffnungsgrößen, Lage des Sonnenschutzes und Lage der isolierenden Glashaut in Zusammenhang mit verschiedenen äußeren Witterungsverhältnissen ermittelt.

Neben den energetischen Vorteilen bieten die Wintergärten eine neue Erlebnisqualität. Die insgesamt sechs riesigen Grünräume sorgen für ein harmonisches Gleichgewicht zwischen Arbeitswelt und Natur. Es entstehen Arbeitsplätze, die durch die Erfahrbarkeit der Natur von jedem Schreibtisch aus höchsten Ansprüchen an eine moderne Arbeitsorganisation gerecht werden.





Der Berliner Bogen ist charakterisiert durch eine Stahlbetonstruktur, deren Deckenplatten an den alles überspannenden Stahlbögen abgehängt sind. Die Außenhülle besteht aus zirka 14. 000 m² Glas und umschließt das gesamte Gebäude. Die Doppelhülle und die Wintergärten gewährleisten eine natürliche Belüftung der Büros. Der hohe Glasanteil und die inneren Kühl-/ Heizlasten bedingen jedoch die aktive Kühlung im Sommer bzw. Heizung im Winter. Das Erreichen einer angenehmen Raumtemperatur erfolgt hauptsächlich durch die Betonkernaktivierung mit velta contec. Daneben sorgt die Kombination mit einer Lüftungsanlage für den hygienischen Luftwechsel. Die Betonkernaktivierungstechnologie erlaubt die Nutzung der Stahlbetondecken als thermischen Speicher. Eine Gesamtfläche von zirka 18.000 m² ist aktiviert.

Die Kühlung erfolgt durch ein in den Bauteilen integriertes Rohrsystem, in dem kühles Wasser zirkuliert (16-20 °C). Durch die in der statisch neutralen Zone der Betondecke integrierten Module werden die Bauteile zu einem Wärmespeicher bzw. Wärmetauscher. In diesem Projekt wurden auch die Betonwände aktiviert, um die effektive Kühlfläche zu erhöhen. Mit der Betonkernaktivierung wird der Anstieg der Raumtemperatur über den Tagesgang gedämpft. Selbst bei hohen Außentemperaturen im Sommer wird die Temperatur im Behaglichkeitsbereich bis 26 °C gehalten. Um in dem Gebäude ein angenehmes Temperaturniveau zu gewährleisten, ist es wichtig, das System zusammen mit geeigneten Maßnahmen zur Reduzierung der externen und internen Kühllasten bereits während der Planung in das Baukonzept zu integrieren. Um eine wirkungsvolle Verschattung zu erreichen sind die

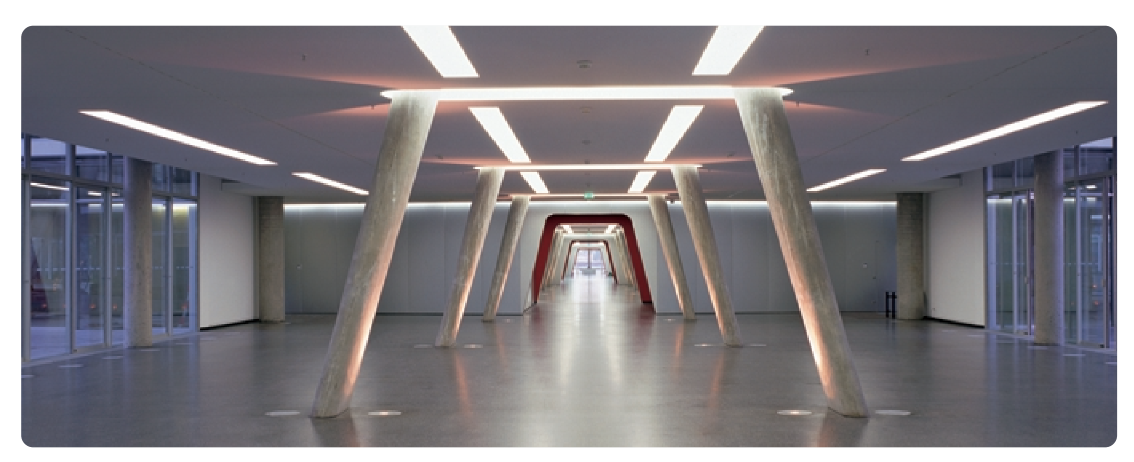




großen Glasflächen an den sonnenseitig ausgerichteten senkrechten Fassaden mit Außenjalousien versehen, die je nach Strahlungsintensität automatisch schließen.

Das Mittel aus Lufttemperatur und die durchschnittlich von den Innenflächen abgestrahlte Temperatur wird als Empfindungstemperatur (operative Temperatur) bezeichnet. Durch Beeinflussung der Decken- und Wandtemperatur kann auch bei abweichenden Lufttemperaturen die gewünschte operative Temperatur eingehalten werden. Die Luftqualität wird durch die Lüftungsanlage kontrolliert.

Die Regulierung des Raumklimas erfolgt über die zentrale Gebäudeleittechnik, die in allen Räumen die Raumdaten erfassen. Im Winter wird die Betonkernaktivierung eingesetzt, in dem warmes Wasser (22-28 °C) in den Rohren zirkuliert. Während die Grundheizlast durch die Betonkernaktivierung gewährleistet ist, wird für den hygienischen Luftwechsel vorgewärmte Luft über eine mechanische Lüftung







zugeführt. Weiterhin ist das Gebäude mit statischen Heizflächen in Form von unter den Fenstern angeordneten Konvektoren ausgestattet. Diese dienen im Heizfall der individuellen Raumtemperaturregelung. Die Heizenergie stammt aus einem Hamburger Fernwärmenetz. Als Kaltwasserquelle wird in diesem Objekt umweltschonend Grundwasser aus einer Brunnenanlage genutzt. Die Betonkernaktivierung ist eine Technik, die geeignet ist, umweltschonend und kostensparend das natürliche Energieangebot zu nutzen. Dazu zählen natürliche Kältequellen und Niedertemperaturwärme.



Für die Betonkernaktivierung velta contec kommen zwecks einfacher Nutzung und Montage vor Ort vorgefertigte Systemkomponenten zum Einsatz. Die Spezialrohrträgermatte ist werkseitig mit dem robusten velta plus PE-XXa Rohr 20 x 2, 3 mm bestückt. In die leichte Spezialmatte mit 4 mm Quer- und je zwei 3 mm Längsdrähten sind Rohrhalterungen eingeformt, die das Rohr im optimalen Verlegeabstand führen. Jedes velta contec Modul beinhaltet integrierte Anbindeleitungen, die an die Verteilleitung oder an einen Verteiler angeschlossen werden. Die Module ermöglichen einen reibungslosen Bauablauf ohne vor Ort-Montage oder Registerfertigung auf der Baustelle. Aufzugshalter dienen der sicheren Fixierung der Module in der statisch neutralen Zone der Decke zur bestmöglichen Speichermassennutzung. Ein Spezialelement ermöglicht die Führung der Rohre durch die Betondecken zur unteren Ebene. Der besondere Vorteil dabei ist, dass die Schalung dafür nicht beschädigt werden muss. Eine Druckprobe der Heiz- bzw. Kühlkreise ist jedoch zu jeder Zeit möglich.

Um Beschädigungen der Rohre bei der Einbringung in die Betondecke zu vermeiden, ist die Wahl des richtigen Rohrwerkstoffes entscheidend. Wichtig für die Betonkernaktivierung ist die Verwendung eines äußerst robusten Rohres, das dem rauhen Baustellenbetrieb gewachsen ist. Das Rohr wird aus hochdruckvernetztem Polyethylen (PE-Xa) nach Verfahren Engel hergestellt. Die Qualität des Rohres ist nach dem derzeitigen Stand der Kunststoffverfahrenstechnik unübertroffen. Ohne Qualitätseinbußen hielten die Prüflinge drei Dekaden lang einer Temperatur von 95 °C und 10 bar Innendruck stand. Dieser weltweit wohl einzigartige Rohrtest übertrifft bei weitem die späteren Betriebsbedingungen. Seit Inbetriebnahme sind Nutzer, Bauherr und Architekt von der Betonkernaktivierung im Berliner Bogen überzeugt. Auch die Nutzung des Grundwassers für die Kühlung ist ökologisch sinnvoll und kommt in diesem Projekt zum Einsatz. Gerade die architektonische Ausrichtung auf Sichtbetondecken ist eine ideale Grundlage für die Betonkernaktivierung.

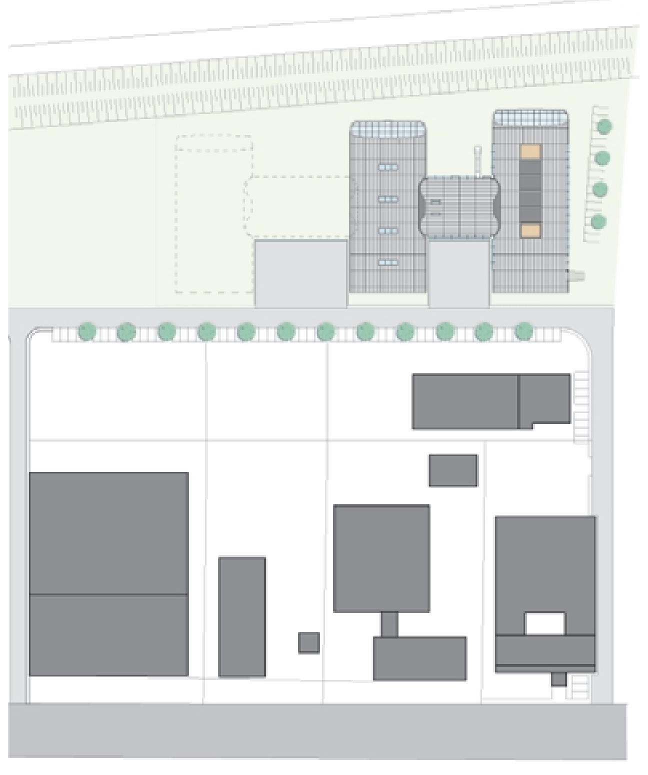
Teil 2 – Tobias Grau Headquarters, Rellingen

Ziel war es, eine anspruchsvolle Architektur mit möglichst einfachen Mitteln, für den Neubau eines Firmengebäudes für die Firma Tobias Grau mit derzeit 30 Mitarbeitern zu schaffen. Das Raumprogramm umfaßte sowohl ein Fertigteillager mit Endmontage, Anlieferung und Versand, als auch einen Büroteil für die kaufmännische und Entwurfsabteilung. Das Gebäude ist in einem zweiten Bauabschnitt erweitert worden, der im ersten in gestalterischer, ablauftechnischer und kostenmäßiger Sicht schon zu Beginn mit einbezogen wurde. Aus einem privat ausgeschriebenen Wettbewerb hervorgegangen, stellte die Entwurfsidee von BRT eine vollkommen neue Konzeption von Gebäude dar. Der erste Bauabschnitt besteht aus einem langgestreckten, 2-geschossigen, ovalen Baukörper. Mit der Erweiterung ist das erste Gebäude zu dem ursprünglich projektierten Gebäudekomplex vervollständigt worden. Es bildet sich eine verschmolzene „H-Form" aus zwei langen Röhren und einem quergestellten Zwischenbau, der, ebenfalls röhrenförmig, 2 Geschosse beinhaltet. Die Konstruktion bilden über 20 Meter spannende Holzleimbinder, die im Abstand von 5 Metern aufgestellt werden und die Aluminiumaußenhaut aus Alucobondtafeln tragen. Ein eingestellter Betontisch ergibt eine zweigeschossige Nutzung und dient gleichzeitig als Aussteifung. Dieser Betontisch ist als Untersicht in Kreuzkappenform mit einem Stich von 10 cm ausgebildet und steht auf filigranen Betonstützen. Im Obergeschoss wird das Tragwerk durch Holzpendelstützen vervollständigt.

Die in der Senkrechten vor der Glasfassade liegenden Holzleimbinder bilden gleichzeitig die Aufnahmepunkte für eine zweite Haut in Form von Sonnenschutzlamellen aus gebogenem und bedrucktem Glas mit einer Spannweite von 2,5 Metern. Die Nordfassaden in schräger Form werden zu einem zentralen Bestandteil dieses dynamischen Ausdrucks. Zwei dunkelblaue Solartassaden nach Süden verbinden ästhetische und funktionelle Aspekte der Gestaltung zu einer Visitenkarte des Gebäudes und der Firma. Die Leichtigkeit und Transparenz der Architektur setzt sich im Inneren gleichermaßen fort. Das Obergeschoss wird jeweils

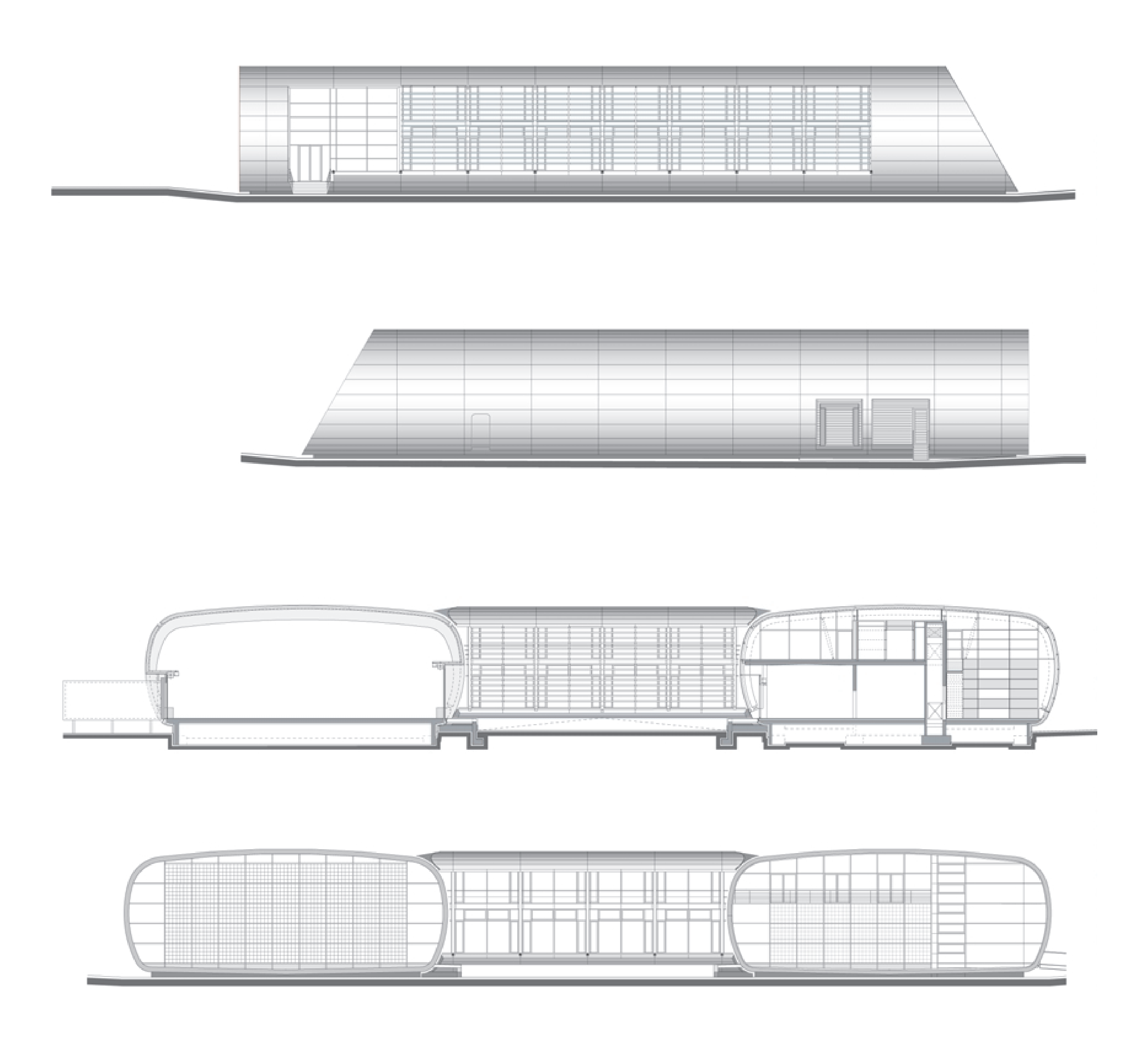






durch eine Mittelspange, bestehend aus kubischen Atrien , Konferenzräumen, Treppen und Sanitärbereichen, gegliedert. Die Pendelstützen aus Eichenholz gliedern den Raum zusätzlich in Gang- und Bürobereiche. Tageslicht erhellt das Erdgeschoss durch Glasfenster in den Atrienböden.

Je nach Anforderung ist der Bürobereich im Obergeschoss teilweise mit Eichenindustrieparkett und Teppich ausgestattet. Aus dem Abstand der Holzleimbinder ergibt sich die Bürogröße von ca. 25 m^2. Die Möbel sind halbhoch gebaut, um die Transparenz des Raumes nicht zu stören. Darüber hinaus steht jedem Büro ein Tresen vor, der die Funktion eines Kommunikationsplatzes hat. In der Cafeteria verknüpft sich das Innere und das Äußere



des Gebäudes über die Wiederholung des dunklen Blau der Solarfassade in der Glasrückwand der offenen Küche. An den Wänden um die WC-Bereiche, den Showroom, die Treppenhäuser und an der Foyer-Wand bestimmen Verkleidungen aus gebürsteten Eichenpaneelen den Raumeindruck.

Die lichtdurchlässige Gesamtkonstruktion wird vor Überwärmung während der Sommermonate durch ein System von außenliegenden Glaslamellen geschützt. Diese sind individuell regelbar und werden in Abhängigkeit der Sonneneinstrahlung ausgerichtet. Durch die Wölbung des Glases konnte bei der notwendigen Länge von 2,5 m auf eine gesonderte und störende Unterkonstruktion verzichtet werden.

Treten im Sommer außerordentlich hohe Temperaturen auf, wird über eine Betonkernkühlung und die mit kaltem Wasser beschickte Fußbodenheizung in beiden Geschossen ein angenehmes Raumklima erreicht. Die Eigenstromerzeugung erfolgt durch ein Blockheizkraftwerk. In dieses System wird auch die durch zwei Solaranlagen gewonnene Energie eingespeist. Die Photovoltaik-Konstruktionen an den Südseiten der 2 Röhren sind als Structural-Glazing Fassaden ausgeführt, dabei sind die einzelnen Solarmodule in einem Raster auf Abstand gesetzt, so dass Tageslicht einfallen kann.

Die Außenhülle des neuen Tobias Grau Firmensitzes besteht an der Nord- und Südfront aus komplett verglasten Fassaden, während die beiden Seiten teils mit Alukobond-Tafeln und teils mit Glas verkleidet sind.

Zu dem Gebäudekonzept zählt auch ein wirksamer Sonnenschutz, der die lichtdurchlässige Gesamtkonstruktion vor Überwärmung während der Sommermonate schützt. Dies erfolgt durch ein System von außen liegenden, gebogenen Lamellen aus Sonnenschutzglas mit Bedruckung. Diese sind individuell regelbar und werden in Abhängigkeit der Sonneneinstrahlung ausgerichtet.

Die Dachkonstruktion besitzt eine Unterkonstruktion aus Stahltrapezblech mit Wärmedämmung, das extern mit Alukobond-Tafeln





verkleidet ist. Intern befindet sich eine Zwischengeschossdecke aus Stahlbeton.

Im Gebäude sorgt die Flächenheizung/-kühlung Uponor Classic in den Büro- und Ausstellungsräumen für thermische Behaglichkeit. Sie wurde während der Planung auf die Eigenschaften der Hülle und der Innenbereiche ausgelegt . Eine Betonkernaktivierung als Kühlsystem wurde lediglich in dem Verbindungsgang zwischen

den beiden Gebäuden eingesetzt. Für die Lagerräume im Erdgeschoss sorgt die Industrieflächenheizung für angenehme Temperaturen. Sie eignet sich ideal zur Nutzung bei unterschiedlichen Betonarten. Die PE-Xa Rohre liegen direkt in der Bodenplatte. Mit integrierten Systemlösungen können optimale Raumnutzungen realisiert werden.

Bei der Flächenheizung/-kühlung liegen die wasserführenden Rohre oberflöchennah im Estrich. Die Rohre sind durch eine Dämmung von der Speichermasse der Betondecke getrennt. Der Wärmeaustausch findet somit über den Fußboden statt. Zum Vergleich zur Betonkernaktivierung, bei der werkseitig vorgefertigte Module zusammen mit der bauseitigen Bewehrung in die Betondecke während der Rohbauphase eingebracht werden, erfolgt die Montage der Flächenheizung/-kühlung in der Ausbauphase.

Das System Classic besteht aus drei Hauptkomponenten: dem Trägerelement für die präzise Rohrpositionierung, dem Rohrhalter für die solide Fixierung des Rohres, und dem Heizungsrohr velta PE-Xa nach Verfahren Engel in der Rohrdimension 20x2,3 mm. Das Trägerelement und die Rohrhalter garantieren durch eine



Zwangsrohrtührung sowohl horizontal als auch vertikal exakte und normgerechte Rohrabstände. Das Rohr wird durch den Zangeneffekt der Rohrhalter mit hoher Haltekraft sicher auf dem Trägerelement befestigt ohne dabei ein Durchstechen der Dämmschicht-Abdeckung zu verursachen, was bei Einsatz von Fließestrichen wichtig ist, um eine Körperschallbrücke zu vermeiden. Für die Wärmeversorgung der im gesamten Gebäude verlegten Flächenheizung werden ein Blockheizkraftwerk und ein Brennwertkessel eingesetzt. Das Blockheizkraftwerk ist so ausgelegt, dass es die überwiegende Zeit des Jahres die beim Betrieb anfallende Abwärme zuverlässig an das Heizungssystem abgeben kann. Der Brennwertkessel übernimmt die Deckung der restlichen Heizwärmeanforderung.

Treten im Sommer hohe Außentemperaturen auf, wird eine Kältemaschine eingesetzt und damit die Flächenheizung zur Flächenkühlung. Für diese zugfreie Kühlung zirkuliert kühles Wasser (15-20 °C) in den Rohren und nimmt dabei die vom Boden aufgenommene Wärme mit. Ziel einer Flächenkühlung ist die auftretende thermische Last möglichst unverzüglich zu kompensieren. Um insbesondere im Kühlfall effektive Leistungen zu erzielen ist der Wärmedurchlasswiderstand des verwendeten Bodenbelages auf 0,1 m^{2}K/W zu begrenzen. Die Leistung orientiert sich an den Ergebnissen der Heizungsberechnung. Bei Raumtemperaturen von 26 °C sind, auch in Abhängigkeit von der Konstruktion und des Oberbodenbelags, Kühlleistungen bis 40 W/m^2 möglich. Bei direkter Sonneneinstrahlung auf den Boden kann sich eine Leistung von über 100 W/m^2 ergeben. Im zentralen Bereich der Büros findet zusätzlich eine dezentrale Kühlung über kleine Kälteeinheiten statt. Mit dem Einsatz der Flächenkühlung konnte bei diesem Gebäude auf den Einbau einer Lüftungsanlage verzichtet werden. Im Gebäude kommt der Heiz- und Kühlregler 3D zum Einsatz, der über alle Jahreszeiten die Flächenheizung/-kühlung steuert. Der Regler ist mit einer speziellen Schaltkarte ausgestattet, um die Umschaltventile zwischen Wärmeerzeuger und Kälteaggregat zu bedienen. Die Raumtemperaturregelung erfolgt über die Genius Funkraumregelung.



Das erspart während der Planung die Platzierung der Raumfühler und die Kabelverlegung während der Bauphase, wodurch der Planungs- und Koordinationsaufwand erheblich reduziert wird. Außerdem ist eine flexible Positionierung der Raumfühler möglich. Sowohl die Lufttemperatur als auch die Strahlungstemperatur werden von dem Messfühler erfasst. Um die kurzweilige Strahlung von Sonnenschein und Beleuchtung richtig zu erfassen, ist der Raumtemperaturfühler speziell ausgestattet. Die Regelung erfolgt nach der Empfindungstemperatur (operative Temperatur). In dem Objekt Tobias Grau kommt der Kompaktverteiler zur Anbindung der Heizkreise zur Anwendung. Die Verteiler aus schwarzem, glasfaserverstärktem Polyamid sind in Schrankwänden auf jeder Etage integriert. Die Feinstregulierventile erlauben einen exakten hydraulischen Abgleich, um die jeweiligen richtigen Wassermassen zu verteilen.

In diesem Objekt wurden für die Lagerflächen und Büroräume verschiedene Systeme ausgewählt. Die „Sanfte Kühlung" durch eine Flächenheizung/-kühlung auf den Büroetagen gewinnt in gewerblichen Gebäuden, wie hier im Projekt Tobias Grau, immer mehr an Bedeutung.

Dipl.-Ing. Jörg Schütz

Die Trinkwasserverordnung und die Verbindung zu den allgemein anerkannten Regeln für Trinkwasser-Installationen

Gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV) 2001 (in Kraft getreten am 01.01.2003) [1] müssen bei der Verteilung von Trinkwasser, d.h. auch in häuslichen Trinkwasserinstallationen, die allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.) eingehalten werden. Besonderen Stellenwert hat in der TrinkwV. Wasser aus Hausinstallationen, das an die Öffentlichkeit abgegeben wird. Es handelt sich im Wesentlichen um Trinkwasseranlagen in Gemeinschaftseinrichtungen, aus denen Wasser an einen besonders schutzbedürftigen Personenkreis – Kinder, kranke und alte Menschen – zur Verfügung gestellt wird, sowie solche, die mit der Abgabe von Lebensmitteln zu tun haben:

In Bayern werden insbesondere überwacht:

- Krankenhäuser
- Kindergärten, Schulen, Schullandheime, Jugendherbergen
- Altenheime, Altenpflegeheime
- Behinderteneinrichtungen/-heime
- Gemeinschafts- und Massenunterkünfte
- Hotels, Gaststätten, Kantinen zur Gemeinschaftsverpflegung
- Sportanlagen, Fitnesszentren, Freizeiteinrichtungen, Campingplätze

Als Hausinstallation, und damit auch als Wasserversorgungsanlagen, definiert die TrinkwV die Gesamtheit der Rohrleitungen, Armaturen und Geräte, die sich hinter dem Hausanschluss bis hin zu den Zapfstellen, die der Entnahme von Wasser für den menschlichen Gebrauch dienen, befinden. Falls es nun zu einer Verkeimung in der häuslichen Trinkwasserinstallation kommt, ist selbstverständlich von Interesse, ob die Keime von Außen eingebracht wurden oder ob es sich um ein Problem der Anlage selber handelt, wie z.B. bei Legionellen, wo man davon ausgehen kann, dass die allgemein anerkannten Regeln der Technik bei einem oder mehreren der nachfolgenden Bereiche Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung nicht eingehalten wurden. Es stellt sich natürlich die Frage, was denn eigentlich die a.a.R.d.T. sind. Neben der wichtigsten technischen Regel, dem Grundlagenwerk, der DIN 1988 [3 – 8] wurden in den letzten Jahren weitere technische Regeln zu Trinkwasserinstallationen herausgegeben, wobei allen gemein ist, dass insbesondere hygienische Gesichtspunkte berücksichtigt wurden.

Auch die Vergabe- und Vertragsordnung (VOB) hat in der zuletzt überarbeiteten Fassung von Dezember 2002 im Teil C einige wesentliche Änderungen in der vorgenannten Hinsicht erfahren. So wurden in den Allgemeinen Technischen Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) für Gas-, Wasser- und Entwässerungsanlagen innerhalb von Gebäuden – DIN 18381 erstmals die DVGW Arbeitsblätter zur Verminderung des Legionellenwachstums und zur Bemessung von Zirkulationssytemen, W 551/552/553 [18, 19], die DIN EN 1717 [15] (Schutz des Trinkwassers) und die DIN EN 806 [13,14] als zukünftiger Ersatz der DIN 1988 [3 – 8] aufgenommen. Für Fachleute, wie Planer, Ersteller und auch viele Betreiber von Trinkwasseranlagen, bedeutet die kontinuierliche Fortentwicklung der a.a.R.d.T, dass sie sich ständig auf dem Laufenden halten müssen.

Das aber auch das manchmal einfach nicht mehr ausreicht, zeigt ein Beispiel aus der Praxis, wo im Jahr 2005 insgesamt 180 Kugelhähne, die als Wartungsarmatur in einer Seniorenresidenz eingebaut worden waren, ausgetauscht werden mussten. Der Grund war, dass sie nicht den Anforderungen von E DIN 3433 [10] entsprachen, d.h. der Raum hinter der Kugel muss aus hygienischen Gründen entweder vollständig ausgefüllt, oder bei vollstän-

dig geöffnetem Kugelhahn so durchströmt werden, dass ein ausreichender Wasseraustausch gegeben ist. Heute können Kugelhähne nach DIN EN 13828 [16] und dem Entwurf des DVGW – Arbeitsblattes W 570 [20] zertifiziert werden.

Ein zweites, sehr wesentliches Beispiel zur Veränderung von a.a.R.d.T. sind die Bemessungsregeln für Zirkulationssysteme, wo die Regelungen der DIN 1988 – 3 [4] vor einigen Jahren durch die des DVGW Arbeitsblattes W 553 [19] ersetzt wurden. Der Grund dafür war, dass mit dem in DIN 1988 – 3 enthaltenen Verfahren definierte Temperaturen, die den Anforderungen entsprechen, d.h. > 55 °C, in Zirkulationssystemen nicht sichergestellt werden können.

An dieser Stelle bietet es sich an, darauf hinzuweisen, dass jeder Fachmann, der an eine bestehende Trinkwasseranlage kommt bzw. wenn er für deren Planung, Bau, Betrieb oder Instandhaltung verantwortlich ist, auf einige Dinge bevorzugt achten sollte:

- Temperaturen Kalt, Warm, Zirkulation [Bild 1, 2]
- Dämmung
- Verbindungen mit Nichttrinkwasseranlagen bzw. Absicherung von Apparaten
- Ausführung der Löschwasserleitungen
- Eingesetzte Bauteile
  - Werkstoffe (z.B. DIN 50930 – 6 [12], DVGW W 270 [17])
  - Konstruktion (z.B. DIN 4807 – 5 [11], DIN EN 13828 [16])
  - Instandhaltung (z.B. DIN 1988 – 8 [8], DVGW VP 670 [21])
- Überdimensionierung der Anlagenteile, insbesondere Speicher
- Stagnationsleitungen, Bypässe
- Betrieb und Wartung der Anlage



Bild 1 Temperaturen von Warmwasser und Zirkulation zu niedrig



Bild 2 Kaltwasser-temperaturen zu hoch

Vollzug der TrinkwV

Im Rahmen des Vollzugs der TrinkwV., beispielsweise in Bayern, interessieren sich auch die Gesundheitsämter für die Ausführung der Anlagentechnik von Hausinstallationen aus denen Wasser für die Öffentlichkeit abgegeben wird, insbesondere auch dann, wenn im Haushalt zusätzlich Nichttrinkwasseranlagen (z.B. Regenwassernutzung) vorhanden sind.

Für die geforderte stichprobenartige Überwachung wurde in Bayern eine Risikoanalyse entwickelt, mit deren Hilfe das Gefahrenpotential einer überwachten Anlage ermittelt werden soll. Dazu erhält der Betreiber der Trinkwasseranlage einen umfangreichen Fragebogen. Die Antworten werden vom Gesundheitsamt bepunktet und ausgewertet, bei auffälligen Anlagen kann der Betreiber zu Wasseruntersuchungen durch ein akkreditiertes Labor verpflichtet werden.

Auszug aus dem Fragebogen der bayerischen Gesundheitsämter für Betreiber zum Vollzug der Überwachung von Trinkwasserinstallationen:

- Wurde die Einrichtung nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik installiert? ☐ ja ☐ nein

- Wird die Einrichtung nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik betrieben? ☐ ja ☐ nein

- Wird die Hausinstallation regelmäßig durch eine Fachfirma gewartet? (Inspektions- und Wartungsplan nach DIN 1988 – 8 Anhang B) ☐ ja ☐ nein

- Sind die Kaltwasserleitungen ausreichend vor Wärmequellen geschützt? (Abstand, Dämmung) ☐ ja ☐ nicht bekannt

- Welche Vorkehrungen werden zur Legionellenprophylaxe getroffen?
  - ☐ keine Maßnahmen (Wassertemperatur < 55° C)
  - ☐ Temperatur Warmwasserspeicher mindestens 60° C
  - ☐ Temperatur von 55° C in Zirkulationsleitungen wird nicht unterschritten

Die relevanten Paragraphen der TrinkwV. sowie die wesentlichen Regeln der Technik, die sich insbesondere mit der Trinkwasserhygiene befassen, werden nachfolgend in Auszügen vorgestellt.

TrinkwV. § 13 [1]

Hausinstallationen, aus denen Wasser für die Öffentlichkeit abgegeben wird, unterliegen besonderen Anzeigepflichten gegenüber dem Gesundheitsamt.

Unter anderem fordert die TrinkwV., dass bauliche oder betriebstechnische Änderungen an Wasser führenden Teilen, die Einfluss auf die Beschaffenheit des Wassers haben können, dem Gesundheitsamt vom Betreiber anzuzeigen sind. Daran sollte man denken, wenn man Geräte zur Wasserbehandlung vorsieht, beispielsweise für die Desinfektion mit Chlordioxid oder Ozon. Das Gesundheitsamt ist berechtigt, die technischen Planunterlagen vom Betreiber anzufordern.

TrinkwV. § 17 [1]

Der § 17 enthält einige wesentliche Anforderungen, die die Anlagentechnik betreffen:

Werkstoffe und Materialien dürfen

- in Kontakt mit Wasser Stoffe nur in solchen Konzentrationen abgeben, wie nach den a.a.R.d.T. unvermeidbar.
- vorgesehenen Schutz der menschlichen Gesundheit weder unmittelbar noch mittelbar mindern
- den Geruch oder den Geschmack des Wassers nicht verändern

Weiter geht dieser Paragraph darauf ein, dass

- es keine Verbindung zwischen Trinkwasser und Nichttrinkwasser geben darf
- unterschiedliche Versorgungssysteme dauerhaft farblich unterschiedlich zu kennzeichnen sind
- Entnahmestellen von Nichttrinkwasser dauerhaft als solche zu kennzeichnen sind. [Bild 3]



Bild 3 Kennzeichnung von Nichttrinkwasser-Zapfstellen

Bezüglich des Schutzes des Trinkwassers gelten bis die DIN 1988 als ganzes durch DIN EN 806 ersetzt wird, DIN 1988 – 4 [5] und DIN EN 1717 [15] nebeneinander.

Einschlägige Hinweise zur Kennzeichnung und Beschilderung findet man in der DIN 1988 – 2 [3] bzw. – 4 [5] in Verbindung mit DIN 2403 [9].

Bauteile

Der § 17 der TrinkwV. stellt Anforderungen an die verwendeten Werkstoffe. Dazu sind die wichtigsten technischen Regeln DIN 50930 – 6 [12], die die Einsatzbereiche metallener Werkstoffe vorgibt, sowie das DVGW Arbeitsblatt W 270 [17], das sich mit der Prüfung des mikrobiologischen Verhaltens von Werkstoffen organischer Art bzw. solchen mit organischen Inhaltsstoffen befasst. Das Problem ist, dass sich Werkstoffe, die sich in Kontakt mit Wasser befinden, von einem unerwünschten Oberflächenbewuchs mit Mikroorganismen besiedelt werden, bis hin zu, mit dem bloßen Auge erkennbaren, Schleimschichten, den so genannten Biofilmen. Aus diesem Grund gibt es z.B. zunehmend Schläuche auf dem Markt, die die Prüfung nach W 270 absolviert und das entsprechende Prüfzeichen bekommen haben. Einige wesentliche Aussagen aus der DIN 50930 – 6 zu metallenen Werkstoffen

Kupfer kann verwendet werden, bei folgenden Fällen:

pH – Wert > 7,4
oder
7,0 < pH – Wert < 7,4 und TOC – Wert < 1,5 mg/L

Feuerverzinkte Eisenwerkstoffe können unter folgenden Bedingungen eingesetzt werden:

Basekapazität $K_{B8,2} < 0,5$ mol/m^3
und
Säurekapazität $K_{S4,3} > 1,0$ mol/m^3

In mehreren Regelwerken, u.a. im Arbeitsblatt W 551, wird jedoch darauf hingewiesen, dass wegen der Korrosionsgefahr auf die Verwendung verzinkter Eisenwerkstoffe im Warmwasserbereich verzichtet werden soll.

Für nicht-rostenden Stahl und innenverzinntes Kupfer gibt es keine Einsatzbeschränkungen hinsichtlich der Anwendung in Trinkwasser – Installationen.

Dass die Anforderungen der DIN 50930 – 6 nicht immer eingehalten werden, zeigen Untersuchungen von „verdächtigen" Bauteilen aus Trinkwasser – Installationen, die der Fachverband Sanitär-, Heizungs – und Klimatechnik Bayern in Auftrag gegeben hat. Es stellte sich heraus, dass es sich um hoch bleihaltige Legierungen handelte, die keiner EN – Normlegierung entsprachen, die Anforderungen der DIN 50930 – 6 wurden nicht eingehalten. Ansehen kann man diese Mängel den Produkten in der Regel natürlich nicht, die Fachleute in der Praxis müssen sich daher auf Markenprodukte verlassen (können).

Wichtig ist, dass vor Desinfektionsmaßnahmen, die Eignung der Bauteile dahingehend überprüft wird, also, wie lange, wie oft und mit welcher Konzentration und Temperatur kann die Trinkwasseranlage desinfiziert werden. Darauf sollte auch insbesondere der Anlagenbetreiber hingewiesen werden. Vor entsprechenden Maßnahmen sollte der Fachmann hinzugezogen werden.

Neben Werkstofffragen sind Bauteile vor Verwendung auch dahingehend zu überprüfen, ob sie konstruktiv allen Anforderungen entsprechen, als Beispiel seien Warmwasserbereiter genannt, die über entsprechende Öffnungen für Inspektion und Wartung verfügen müssen. Geeignete Warmwasserbereiter können nach DVGW VP 670 [21] zertifiziert werden, was sich aber nach Kenntnis des Verfassers bisher noch nicht durchgesetzt hat.

Nachfolgend soll ein Überblick über einige technische Regeln gegeben werden, die in den letzten Jahren neu herausgegeben bzw. überarbeitet wurden.

DIN 1988 – 6 [6]

Gegenüber der vorherigen Fassung wurden die technischen Festlegungen dahingehend geändert, dass die Bildung von Stagnationswasser in der Trinkwasserinstallation minimiert wird. So dürfen beispielsweise Wandhydranten, die auch für die Nutzung durch die Feuerwehr vorgesehen sind, aufgrund des für die Löschwasser – Bedarfsberechnung zugrunde gelegten Förderstroms von 3 x 100 l / min nur noch in Sonderfällen unmittelbar an die Trinkwasser – Installation angeschlossen werden. Als Sonderfall gilt, wenn der Trinkwasserverbrauch größer als der maximale Löschwasserbedarf (18 m^3/h) ist, was jedoch eine seltene Ausnahme wäre.

DIN EN 1717 [15]

Der Einfluss von neuen technischen Regeln auf bekannte Bauweisen zeigt sich am Beispiel der Heizungsbefüllung. Bisher war nach DIN 1988 – 4 [5] der kurzzeitige Anschluss (nicht kurzzeitige Betrieb!) an das Trinkwassernetz zur Befüllung mit Trinkwasser (ohne Inhibitoren) über einen Rückflußverhinderer zulässig. Spätestens mit dem kompletten Ersatz der DIN 1988 durch DIN EN 806 dürfen dann neue Heizungsanlagen nur noch über einen Systemtrenner BA mit der Trinkwasseranlage verbunden werden.

DVGW Arbeitsblatt W 551 [18]

Im neuen Arbeitsblatt aus dem Jahr wurden die Anforderungen der Vorgängerversionen W 551 und 552 zusammengefasst und überarbeitet. Immer noch vorhanden ist die Unterscheidung in Klein – und Großanlagen, wobei die Anforderungen an Kleinanlagen angehoben wurden:

Kleinanlagen sind alle Anlagen mit zentralen Warmwasserbereitern

- in EFH und ZFH, unabhängig vom Inhalt des Warmwasserbereiters sowie dem Inhalt der restlichen Trinkwasser – Installation.
- wenn der Inhalt des Warmwasserbereiters < 400 l und gleichzeitig der Inhalt jeder Rohrleitung zwischen Austritt am Warmwasserbereiters und Zapfstelle < 3 l ist, wobei die Zirkulationsleitung, falls vorhanden, nicht berücksichtigt wird.

Großanlagen sind alle anderen Anlagen. So ist beispielsweise ein Gewerbebetrieb mit einem Warmwasserbereiter mit 200 l Inhalt, aber einem Inhalt von nur einer Rohrleitung > 3 l eine Großanlage. Dieser Rohrleitungsinhalt entspricht etwa 15 m Rohr DN 15 oder ca. 6 m DN 25, ist also schnell erreicht. Je nach Rohrwerkstoff können sich für die Leitungslängen bei Bezug auf DN Unterschiede bis zu 15 % ergeben.

Die zentrale Forderung ist, dass am Austritt des Warmwasserbereiters eine Warmwassertemperatur von mindestens 60° C möglich sein muss. In Großanlagen muss diese Warmwassertemperatur immer eingehalten werden, für Kleinanlagen wird das empfohlen. Für die so genannten Vorwärmstufen, z.B. zur Abwärmenutzung oder bivalente Solarspeicher, gilt die Forderung, dass bei jeder dieser Anlagen die Erwärmung auf 60° C einmal täglich möglich sein muss.

Für Warmwasserleitungen mit mehr als 3 Liter Wasserinhalt zwischen Warmwasserbereiter und den einzelnen Entnahmestellen müssen entweder Zirkulationssysteme oder selbstregelnde Begleitheizungen eingebaut werden. Dies gilt sowohl bei Groß – als auch neuerdings jetzt bei Kleinanlagen. Die Temperaturen im Zirkulationskreislauf bzw. im System mit selbstregelnder Begleitheizung dürfen nicht mehr als 5 K unter die Warmwasserbereiteraustrittstemperatur fallen (d.h. min. 55° C Wiedereintrittstemperatur in den Warmwasserbereiter).

Bei einem Wasservolumen ≤ 3 Liter kann auf Zirkulationsleitungen oder selbstregelnde Begleitheizungen verzichtet werden. Das Volumen von 3 Liter je Leitungsabschnitt ohne Zirkulation ist gemäss W 551 als Obergrenze zu verstehen und soll nicht ausgeschöpft werden. Bei hygienisch einwandfreien Verhältnissen können Zirkulationssysteme zur Energieeinsparung für max. 8 Stunden in 24 Stunden, z.B. durch Abschalten der Zirkulationspumpe mit abgesenkten Temperaturen betrieben werden. Von hygienisch einwandfreien Verhältnissen kann ausgegangen werden, wenn die Anlage nach den DVGW-Arbeitsblättern W 551 und W 553 geplant, ausgeführt, betrieben und kontrolliert wird oder sanierte Anlagen ebenfalls diese Voraussetzungen erfüllen. Sind hygienisch einwandfreie Verhältnisse nicht gesichert, sollte die Zirkulationspumpe auf jeden Fall durchgehend betrieben werden. Zu der immer gestellten Frage nach der Energieeinsparung bzw. den Anforderungen der Energieeinsparverordnung gilt: Hygiene geht vor Energieeinsparung!

Rohrleitungen für kaltes Trinkwasser sind vor Erwärmung zu schützen, weil bei einer Erwärmung über 25° C mit einem erhöhten Legionellenwachstum zu rechnen ist. Dazu sind die Rohrleitungen entsprechend der Mindestdämmschichtdicken der DIN 1988-2, Tabelle 9 [3] zu dämmen. Kaltwasserleitungen sollten möglichst mit Abstand zu den warmgehenden Leitungen installiert werden. Bei hohen Umgebungstemperaturen kann eine Erwärmung des Kaltwassers nur durch einen entsprechenden Wasseraustausch vermieden werden (Vermeidung von Stagnation). Rohrleitungen sowie Armaturen für warmes Trinkwasser sind entsprechen der Mindestdämmschichtdicken der Energieeinsparverordnung [2] zu dämmen.

Aus hygienischen Gründen (Reduzierung von stagnierendem Wasser) und aus Komfortgründen sollten die Zapfzeiten und das niedrig temperierte Wasservolumen so gering wie möglich gehalten werden. Auch bei der Entscheidung, ob eine Zirkulationspumpe als Dauerläufer oder mit einer zeitlichen Abschaltung betrieben wird, müssen die Komfortansprüche betrachtet werden. Gäste in einem Komforthotel akzeptieren z.B. nicht, wenn aus Energiespargründen ab 22.00 Uhr die Zirkulationspumpe abgeschaltet ist und erst das gesamte Leitungsnetz leer gezapft werden muss, bis zum Duschen Warmwasser ansteht. Dieses Akzeptanzproblem wird aber auch in Eigentums- oder Mietwohnungen mit gehobenem Komfort vorhanden sein.

Anlagen für erwärmtes Trinkwasser sind so zu gestalten, dass das Risiko von Verbrühungen gering ist. An Entnahmestellen mit besonderer Beachtung der Auslauftemperaturen wie in Kranken-

häusern, Schulen, Seniorenheimen usw. sollten zur Vermeidung des Risikos von Verbrühungen thermostatische Mischventile oder -batterien mit Begrenzung der oberen Temperatur eingesetzt werden. Empfohlen wird eine höchste Temperatur von 43° C. Bei Duschanlagen usw. in Kindergärten und in speziellen Bereichen von Pflegeheimen sollte sichergestellt werden, dass die Temperatur 38° C nicht übersteigen kann. Zirkulationsleitungen sind bis unmittelbar vor die Durchgangsmischarmatur zu führen. Zwischen Durchgangsmischarmatur und der am weitesten entfernten Entnahmestelle ist das Wasservolumen auf ≤ 3 Liter zu begrenzen.

Im Sanierungsfall muss gemäß W 551 eine Bestandsaufnahme erfolgen. Dabei müssen die Schwachstellen dokumentiert und durch betriebstechnische, verfahrenstechnische oder bautechnische Maßnahmen beseitigt werden. Hinweise dazu enthält der Beitrag von Herrn Dipl.-Ing. Rainer Pütz.

DVGW Arbeitsblatt W 553 [19]

Das in der DIN 1988 – 3 [4] enthaltene Bemessungsverfahren für Zirkulationsleitungen war nicht ausreichend geeignet, um die aus hygienischen Gründen erforderlichen Temperaturen (55 – 60° C), insbesondere in größeren Anlagen, selbst bei vollständiger Einregulierung, sicherzustellen.

Unabhängig von der Ausdehnung einer Anlage wurde von gleichen Volumenströmen in allen Steigleitungen ausgegangen.

Der Ansatz im Arbeitsblatt W 553 geht davon aus, dass zur Einhaltung der geforderten Temperaturen an jeder noch so entfernten Endstelle, der Wärmeverlust über die Rohroberfläche ausgeglichen werden muss und damit eine entsprechende Wärmemenge im Zirkulationssystem zu transportieren ist. Ausgehend von einer zulässigen Abkühlung von 5 K im Zirkulationssystem bei einer Austrittstemperatur am Warmwasserbereiter von 60° C, ergibt sich eine Mindest – Wassertemperatur von 57,5° C am entferntesten Punkt, d.h. für den halben Weg. Mit dem spezifischen Wärmeverlust, der recht gut angenähert angesetzt werden kann mit

- 11 W/m für freiverlegte Leitungen im Keller bzw.
- 7 W/m für Leitungen im Schacht

läßt sich der Wärmeverlust der Zirkulationsleitung und damit der erforderliche Volumenstrom der Zirkulation, bei einer zulässigen Abkühlung von 2,5 K, bestimmen.

Es gibt insgesamt drei Bemessungsverfahren:
- das Kurzverfahren für kleine Anlagen (EFH und ZFH) ohne Berechnungen
- das vereinfachte Verfahren für alle Anlagen, mit einfacher, jedoch ausreichender Berechnung
- das differenzierte Verfahren für alle Anlagen, mit exakter (EDV-) Berechnung, um die wirklichen Betriebsverhältnisse besser zu erfassen

VDI 6023 [22]

Die VDI 6023 Blatt 1 wurde im Juni 2005 als Entwurf mit dem Titel „Hygienebewusstsein für Trinkwasseranlagen Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung“ neu herausgegeben. Die Einspruchssitzung war im Januar 2006. Die Ergebnisse daraus waren bei Verfassung dieses Textes noch nicht alle bekannt.

Einige der interessantesten Änderungen:
- Der Geltungsbereich erstreckt sich auf Trinkwasserinstallationen aus denen gemäß TrinkwV. Wasser für die Öffentlichkeit bereitgestellt wird, sowie auf gewerblich genutzte Immobilien und Großwohnanlagen.
- Bypässe sind nur noch zulässig, wenn sie durchströmt sind [Bild 4]
- „Nasse“ Feuerlöschleitungen, die mit Trinkwasseranlage verbunden sind, stellen ein hygienisches Risiko dar und sind nach DIN 1988 – 6 [6] umzubauen

- Der Betreiber ist auf regelmäßigen Wasseraustausch hinzuweisen, damit sich das Trinkwasser kalt in Technikzentralen nicht über 25° C erwärmt.
- In Installationsschächten sollten Kaltwasserleitungen thermisch entkoppelt werden
- Die Planung muss bereits spätere Reinigungs- und Desinfektionsmaßnahmen berücksichtigen
- Einzelzuleitungen sollen so kurz wie möglich sein, max. 3 Liter Leitungsinhalt (dass die 3 Liter Vorgabe bleibt, ist ein wichtiger Anhaltspunkt in der Praxis für Gartenwasserleitungen)

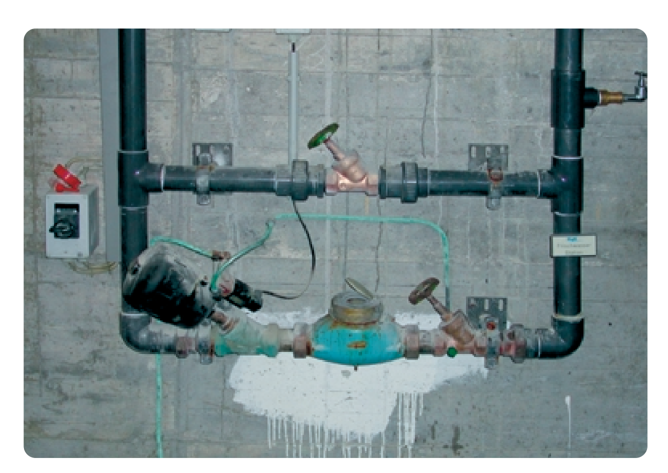


Bild 4 Zukünftig nur noch zulässig, wenn Bypass durchströmt

Obwohl diese VDI – Richtlinie bereits im Jahr 1999 veröffentlicht wurde, sind die Inhalte vielen Planern, Installateuren und Betreibern kaum bekannt, was sich im einen oder anderen Fall durchaus als Fußangel erweisen könnte. In den Fällen, bei denen z.B. wegen vertraglicher Vereinbarung die VDI 6023 zur Anwendung kommt, ist es Aufgabe des Planers ein detailliertes Raumbuch einschließlich der Nutzungsbeschreibung mit vollständigem Konzept der Trinkwasseranlage zu erstellen. Bedarfsermittlung, festgelegte Nutzung und bestimmungsgemäßer Betrieb sind festzulegen. Die Auslegung der Anlage hat mit kleinstmöglichen Gleichzeitigkeitsfaktoren zu erfolgen und die Leitungsführung ist so zu planen, dass der höchstmögliche Wasseraustausch gewährleistet ist. Weitestgehend unbekannt ist auch, dass nach dieser Richtlinie detaillierte Betriebsanleitungen, eine umfangreiche Instandhaltungsplanung sowie Hygienepläne bereits während der Ausführungsplanung (!) zu erstellen sind.

Hygienepläne enthalten Angaben über den bestimmungsgemäßen Betrieb sowie zu erforderlichen Kontrollen. Dazu muss der Planer Probenahmestellen nach Anzahl, Beprobungsintervallen und Ort vorsehen und für sichere Identifizierbarkeit sorgen.
Die Anforderungen an die ausführende Firma kann man im Wesentlichen wie folgt zusammenfassen: sauberer Transport, Lagerung und Montage der Anlagenteile, Dichtheitsprüfung mit Druckluft, Spülen und Inbetriebnahme nach den ZVSHK – Merkblättern [23,24],[Bild 5,6] Einregulierung der Anlage.



ZENTRALVERBAND
Sanitär Heizung Klima

Merkblatt
Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasser-Installationen



Bild 5 ZVSHK Merkblatt



ZENTRALVERBAND

Merkblatt
Dichtheitsprüfungen
von Trinkwasser-Installationen
mit Druckluft, Inertgas oder Wasser

Innovative Haustechnik
für einen
humanen Lebensraum

Bild 6 ZVSHK Merkblatt

Nach der Spülung übernimmt der Betreiber die Verantwortung für den bestimmungsgemäßen Betrieb. An repräsentativen Stellen sind Kontrollen der mikrobiologischen Wasserbeschaffenheit vorzunehmen.

Bild 7 Betriebsunterbrechungen machen ein Leerstandsmanagement erforderlich

Auslastung aller Kapazitäten Betten	2003 [%]	Veränderung Vorjahr	2004 [%]	Veränderung Vorjahr	1 VJ 2005 [%]	Veränderung Vorjahr
Insgesammt, einschl. nichtgew. Betriebe	**32,8**	**-2,2 %**	**33,4**	**+1,8 %**	**25,9**	**+5,8**
Hotels, Gasthöfe, Pensionen, Hotels garnis	30,6	-1,5%	32,0	+4,3%	25,2	6,3%
Sonstiges Beherbergungsgew.	29,3	-2,1%	28,6	-0,5%	19,2	+10,5%
Beherbergungsgew insges.	**30,1**	**-1,7%**	**30,9**	**+2,6%**	**23,3**	**+6,6%**

Der Betreiber wird in VDI 6023 eingehend auf seine umfangreichen Verpflichtungen bei Betrieb und Instandhaltung hingewiesen. Wie bereits schon in der DIN 1988 – 8 [8] wird in der VDI 6023 auf verschieden lange Betriebsunterbrechungen bzw. Außerbetriebnahmen von Trinkwasseranlagen eingegangen. Zukünftig wird dem Leerstandsmanagement von Gebäuden mehr Aufmerksamkeit gewidmet werden müssen [Bild 7,8].



Bild 8 Zapfstelle im selten genutzten Versammlungsraum

Eine durchgängige Qualitätskette kann nur dann sichergestellt werden, wenn alle Beteiligten, d.h. Planer, Installateur und Betreiber ihren Aufgaben gerecht werden.

ZVSHK Merkblätter und Fachinformationen

Auch der Zentralverband Sanitär Heizung Klima hat in den letzten Jahren eine Reihe von Unterlagen, die diese Thematik betreffen, herausgegeben. Teilweise wurden sie bereits in technischen Regeln aufgenommen, z.B. in der DIN 1988 – 7 [7]

- ZVSHK Merkblatt Dichtheitsprüfung mit Druckluft, Inertgas oder Wasser [23]
- VSHK Merkblatt Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasserinstallationen [24]
- ZVSHK Merkblatt Dämmung von Sanitär und Heizungsanlagen[25]
- ZVSHK Fachinformation Zirkulation und Begleitheizung Planung und Bemessung nach DVGW Arbeitsblatt W 553 [26]
- ZVSHK Fachinformation Technische Maßnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene; Verminderung des Legionellen- und Pseudomonaswachstums in Trinkwasserinstallationen [27]
- ZVSHK Betriebsanleitung Trinkwasserinstallation [28]
- ZVSHK Kontrollbuch für Abnahme und Instandhaltung von Feuerlösch- und Brandschutzanlagen [29]
- Fachverband Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Bayern Merkblatt für Betreiber / Nutzer; Hygienischer Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasserinstallationen [30]

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die technischen Regeln für Trinkwasser – Installationen, insbesondere was die hygienischen Anforderungen angeht, seit einiger Zeit ständig weiterentwickelt werden und sich die beteiligten Fachleute, d.h. auch der verantwortliche Betreiber fortbilden müssen, damit die Trinkwasserverordnung eingehalten wird.

Literatur

[1] Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV 2001)
Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 24, ausgegeben zu Bonn am 28. Mai 2001

[2] Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV 2001)
Bundesgesetzblatt Jahrgang 2001 Teil I Nr. 59, ausgegeben zu Bonn am 21. Nov. 2001

[3] DIN 1988 Teil 2 (12-1998)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Planung und Ausführung, Bauteile, Apparate, Werkstoffe; Technische Regel des DVGW

[4] DIN 1988 Teil 3 (12-1998)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Ermittlung der Rohrdurchmesser; Technische Regel des DVGW

[5] DIN 1988 Teil 4 (12-1988)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Schutz des Trinkwassers, Erhaltung der Trinkwassergüte; Technische Regel des DVGW

[6] DIN 1988 Teil 6 (05-2002)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Teil 6: Feuerlösch- und Brandschutzanlagen; Technische Regel des DVGW

[7] DIN 1988 Teil 7 (12-2004)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Teil 7: Vermeidung von Korrosions-Schäden und Steinbildung; Technische Regel des DVGW

[8] DIN 1988 Teil 8 (12-1988)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen (TRWI); Betrieb der Anlagen; Technische Regel des DVGW

[9] DIN 2403 Entwurf (04-2005)
Kennzeichnung von Rohrleitungen nach dem Durchflussstoff

[10] DIN 3433 Entwurf (11-1998)
Absperrarmaturen für Trinkwasserinstallationen in Grundstücken und Gebäuden Kugelhähne PN 10

[11] DIN 4807 – 5 (03-1997)
Ausdehnungsgefäße – Teil 5: geschlossene Ausdehnungsgefäße mit Membrane für Trinkwasser – Installationen, Anforderungen, Prüfung, Auslegung und Kennzeichnung; Technische Regel des DVGW

[12] DIN 50930 Teil 6 (08-2001)
Korrosion der Metalle – Korrosion metallischer Werkstoffe im Innern von Rohrleitungen, Behältern und Apparaten bei Korrosionsbelastung durch Wasser – Teil 6 Beeinflussung der Trinkwasserbeschaffenheit

[13] DIN EN 806 Teil 1 (12-2001)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 1: Allgemeines; Deutsche Fassung EN 806-1: 2001 + A1:2001

[14] DIN EN 806 Teil 2 (06-2005)
Technische Regeln für Trinkwasser-Installationen – Teil 2: Planung Deutsche Fassung EN 806-2: 2005

[15] DIN EN 1717 (05-2001)
Schutz des Trinkwassers vor Verunreinigungen in Trinkwasser-Installationen und allgemeine Anforderungen an Sicherheitseinrichtungen zur Verhütung von Trinkwasserverunreinigungen durch Rückfließen – Technische Regel des DVGW; Deutsche Fassung

[16] DIN EN 13828 (12-2003)
Gebäudearmaturen – Handbetätigte Kugelhähne aus Kupferlegierungen und nicht rostenden Stählen für Trinkwasseranlagen in Gebäuden; Prüfungen und Anforderungen; Deutsche Fassung EN 13828 : 2003

[17] DVGW Arbeitsblatt W 270 (11-1999)
Vermehrung von Mikroorganismen auf Werkstoffen für den Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung

[18] DVGW Arbeitsblatt W 551 (04-2004)
Trinkwassererwärmungs- und leitungsanlagen; Technische Maßnahmen zur Verminderung des Legionellenwachstums; Planung, Errichtung, Betrieb und Sanierung von Trinkwasser-Installationen

[19] DVGW Arbeitsblatt W 553 (12-1998)
Bemessung von Zirkulationssystemen in zentralen Trinkwassererwärmungs-anlagen

[20] DVGW Arbeitsblatt W 570 Entwurf (08-2005)
Trinkwasser – Installation – Absperrventile aus Kupferlegierungen; Druck-minderer und Druckminderer – Kombinationen; Handbetätigte Kugelhähne aus Kupferlegierungen und nicht – rostenden Stählen; Rückflussverhinderer usw.

[21] DVGW Vorläufige Prüfgrundlage VP 670 (04-1999)
Anforderungen und Prüfungen © Dipl.-Ing. Jörg Schütz

[22] VDI Richtlinie 6023 Blatt 1 Entwurf (06-2005)
Hygienebewusstsein für Trinkwasseranlagen; Anforderungen an Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung

[23] ZVSHK Merkblatt Dichtheitsprüfung mit Druckluft, Inertgas oder Wasser (2004)

[24] ZVSHK Merkblatt Spülen, Desinfizieren und Inbetriebnahme von Trinkwasserinstallationen
(Oktober 2004)

[25] ZVSHK Merkblatt Dämmung von Sanitär und Heizungsanlagen

[26] ZVSHK Fachinformation Zirkulation und Begleitheizung Planung und Bemessung nach DVGW Arbeitsblatt W 553 (Januar 1999)

[27] ZVSHK Fachinformation Technische Maßnahmen zur Einhaltung der Trinkwasserhygiene
Verminderung des Legionellen- und Pseudomonaswachstums in Trinkwasserinstallationen (September 2005)

[28] ZVSHK Betriebsanleitung Trinkwasserinstallation (Mai 2005)

[29] ZVSHK Kontrollbuch für Abnahme und Instandhaltung von Feuerlösch- und Brandschutzanlagen (März 2002)

[30] Fachverband Sanitär-, Heizungs- und Klimatechnik Bayern Merkblatt für Betreiber/Nutzer Hygienischer Betrieb und Instandhaltung von Trinkwasserinstallationen (März 2005)

Index der bisherigen Referenten

Die nachstehend aufgeführten Referenten haben anlässlich der vergangenen Kongresse referiert. Die einzelnen Referate stehen auf Wunsch zur Verfügung und können bei der Uponor GmbH, Norderstedt abgefordert werden.

Christian Achilles – Assessor jur.
1998 Auf dem Weg zum Euro ... – volkswirtschaftlicher Rahmen und betrieblicher Handlungsbedarf

Prof. Wolfgang Akunow
1996 Der historische Werdegang der „russischen Seele"

Dipl.-Chem. Heinz-Dieter Altmann
2004 DIN 18 560 „Estriche im Bauwesen" – neue Bezeichnungen und erweiterte Anforderungen an Estriche

Prof. Dr.-Ing. Heinz Bach
1981 Effektive Wärmestromdichte bei Fußbodenheizungen – Konsequenzen für eine wärmetechnische Prüfung

Prof. Dr. Wilfrid Bach
1990 Ozonzerstörung und Klimakatastrophe welche Sofortmaßnahmen sind erforderlich?

Dr. Alexander Graf von Bassewitz
1979 Kunststoffe in der Heizungstechnik Physikalische Untersuchungen und Beurteilung der Werkstoffe. Anwendungstechnische Überlegungen.
1985 Lebensdauer von Kunststoffrohren am Beispiel von Rohren aus hochdruckvernetztem PE nach Verfahren Engel – Zeitstandsprüfung, Alterung, Extrapolation

Prof. Dipl.-Ing. Eckhard Biermann
1993 Die neue VOB – Ausgabe 1993 Einbeziehung der EG-Länder und Österreich

Helmut Blöcher, Architekt
1995 Architektur der Sportschule Oberhaching

Dipl.-Ing. Gerd Böhm
1986 Einfluß der Betriebstemperaturen auf Wirkungsgrad und Nutzungsgrad des Heizkessels

Prof. Dr. Ing. Udo Boltendahl
1992 Beurteilung von Energiesystemen im Hinblick auf Ressourcenschonung und Umweltbelastung

Dr.-Ing. Bent A. Børresen
1994 Fußbodenheizung und Kühlung von Atrien

Dr.-Ing. Theo Bracke
1985 Ein emissionsfreies Heizsystem auf der Basis bewährter Technik. Massiv-Absorber – Massiv-Speicher

Dr. Bernulf Bruckner
2004 Basel II. Konsequenzen für den Mittelstand

Ralf-Dieter Brunowsky, Dipl.-Volkswirt
1999 Zukunftsperspektiven in Europa nach Einführung des Euro

Dr.-Ing. Sergej Bulkin
1992 Passive und aktive Nutzung der Sonnenenergie für Niedertemperaturheizungen in Rußland

Prof. Dr.-Ing. Winfried Buschulte
1979 Primärenergeriesparende Verbrennungstechnik
1980 Wirkungsgradverbesserung bei mineralisch befeuerten Wärmeerzeugern durch rußfreie Verbrennung und Abgaskühlung
1982 Senkung des Brennstoffverbrauchs von Wärmeerzeugern durch Abgasnachkühlung
1986 Vorteile der rücklauftemperaturgeführten Heizwasservorlauftemperatur bei Teilbeheizung einer Wohnanlage

Dr. Paul Caluwaerts
1980 Wärmeverluste von Räumen mit unterschiedlichen Heizsystemen und ihr Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit und die erforderliche Heizleistung. Die differenzierten Wärmeverluste bei mäßiger Wärmedämmung
1981 Rationelle Klassifizierung unterschiedlicher Heizsysteme unter Berücksichtigung von Komfort und Energieverbrauch

Dr. Dipl.-Ing. Hans Ludwig von Cube
1981 Energiesparen – eine der rentabelsten Investitionen für die kommenden Jahre

Prof. Dr. Felix von Cube
2003 Lust an Leistung

Gerhard Dahms
1979 Kunststoffe in der Heizungstechnik
Physikalische Untersuchungen und Beurteilung der Werkstoffe. Anwendungstechnische Überlegungen.
1980 Thermoplaste – Elastomere. Die peroxydische Vernetzung des Polyethylens nach dem Verfahren Engel. „VELTA“ Rohre aus RAU-VPE 210
Sauerstoffpermeation bei Kunststoffrohren und ihre Einwirkung auf Heizungsanlagen nach DIN 4751
1983 Kriterien für Auswahl- u. Anwendung von Kunststoffrohren in Heizungs- und Sanitärsystemen. Maßnahmen zur Verhütung von Sauerstoffdiffusion bei Kunststoffrohren
1985 ... eine runde Sache – Rohre aus RAU-VPE 210 für Fußbodenheizungen. Fakten und Argumente

Dipl.-Ing. Holmer Deecke
2003 Betonkernaktivierung von A – Z
2004 Kühlung am Beispiel Airport Bangkok

Dr.-Ing. Günther Dettweiler
1992 Der neue Flughafen München. Energiekonzeption nach neuesten ökonomischen und ökologischen Gesichtspunkten. Umweltschutzmaßnahmen

Heinz Diedrich
1980 Niedertemperatur-Warmwasserheizungen in Verbindung mit elektrischen Wärmeerzeugern
Elektrizitätswirtschaftliche Überlegungen bei Einsatz von Elektrozentralspeichern von Wärmepumpen

Dr.-Ing. Arch. Bernd Dittert
1980 Überblick über die Möglichkeiten der Energieeinsparung – bautechnische, wärmetechnische und regeltechnische Maßnahmen
1991 Bauphysikalische und heiztechnische Versuche an Fachwerkhäusern

Dipl.-Ing. Werner Dünnleder
1991 Legionellenfreie Warmwasserversorgung unter Beibehaltung der Wirtschaftlichkeit

Dipl.-Ing. Volkmar Ebert
1983 Auswirkung der novellierten Heizungsanlagen-Verordnung vom 24.02.1982
und der Heizkostenverordnung vom 23.02.1981 auf Heizungsanlagen-Konzepte

Prof. Dr.-Ing. Herbert Ehm
1987 Gebäude- und Anlagenkonzeption für Niedrigenergiehäuser – bautechnische Randbedingungen

Prof. Dr.-Ing. Helmut Groeger

1982 Baukonstruktive Randbedingungen für Niedertemperatur-Fußbodenheizungen

Josef Grünbeck

1987 Das mittelständische Unternehmen der Zukunft – wirtschaftliche und gesellschaftspolitische Bedeutung

Dr.-Ing. Michael Günther

1993 Voraussetzungen für den effektiven Einsatz der Brennwerttechnik unter besonderer Berücksichtigung moderner Flächenheizungen.
1998 Bauwerksintegrierte Heiz- und Kühlsysteme in Kombination mit Quelllüftung – messtechnische Untersuchungen in einem Bürohaus und Schlussfolgerungen
1999 Die Zukunft der Niedertemperatur-Heizung nach Inkrafttreten der Energieeinsparverordnung (EnEV 2000)
2000 Ideen und Hypothesen von gestern Grundlagen des Future Building Design von morgen?
2001 Integrale Planung – Anspruch nur für den Architekten?
2002 Geothermische Nutzung des Untergrundes im Zusammenwirken mit thermisch aktiven Flächen
2003 Wie sind Gebäude und Bauteile mit Flächenheizung und -kühlung wirtschaftlich zu dämmen?
2004 Industrieflächenheizung mit Walzbeton am Beispiel BV BMW Dynamic Center Dingolfing
2005 Abnahmeprüfung von Raumkühlflächen nach VDI 6031
2006 Rasenheizungen nicht nur in den WM-Stadien: Spielsicherheit vs. Ökologie (zur Schnee- und Eisfreihaltung von Freiflächen)

Dipl.-Ing. Norbert Haarmann

1984 Planungshinweise für Wärmepumpenheizungsanlagen

Prof. Dr.-Ing. Gerd Hauser

1989 Wege zum Niedrigenergiehaus
1995 Wärmeschutzverordnung 1995 – Wärmepaß und Energiepaß
1996 Energiesparendes Bauen in Deutschland – Erfahrungen mit der WSchV'95 – Entwicklung zur Energiesparverordnung 2000
1998 Wasserdurchstömte Decken zur Raumkonditionierung
- Heiz- und Kühldecken
- Bodenplattenkühler
- Wärmeverschiebung zwischen Gebäudezonen
1999 Auswirkungen eines erhöhten Wärmeschutzes auf die Behaglichkeit im Sommer
2005 Der Energiepass für Gebäude. Europäische Richtlinie über die Gesamtenergieeffizienz von Gebäuden ab 2006

Univ. Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hausladen

1993 Energetische Beurteilung von Gebäuden

Dipl.-Ing. Rainer Heimsch, VDI/AGÖF

2000 Energiesparendes Beheizen und Temperieren von historischen Gebäuden
2003 Erhalt und Nutzung von historischen Gebäuden unter dem Aspekt Raumtemperierung und Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Günter Heinrich

1990 Abwärmenutzung mit Niedertemperaturheizung bei der Rauchgasentschwefelung

Prof. Dr.-Ing. Siegmar Hesslinger

1987 Brennwerttechnik und Maßnahmen zur Minderung von NO_x und SO_2-Emission
1989 Hydraulisches Verhalten von Heiznetzen insbesondere bei Teillast und die Auswirkung auf die Heizleistung von Raumheizflächen
2002 Untersuchung einer solarunterstützten Nahwärmeversorgung von Passiv-Doppelhäusern mit Wärmepumpenheizung

Dr.-Ing. Rainer Hirschberg

1996 Das thermische Gebäudemodell – Basis rechnergestützter Lastberechnungen

2002 Die Anlagenbewertung ist Sache der TGA-Branche (Anwendung der EnEV und daraus resultierende Konsequenzen für Planer und Anlagenersteller)

Dipl.-Ing. Klaus Hoffmann, Baudirektor
1984 Heizung und Lüftung in Sporthallen

Karl Friedr. Holler, Oberingenieur VDI
1983 Wärmeerzeugung im Niedertemperaturbereich
Vorteile – Probleme, Entwicklung – Trend
1985 Wärmeerzeugung mit Nieder-Tieftemperatur –
Vorteile – Probleme
Kleine, mittlere und größere Leistungen. Brennwertkessel.
1989 Modernisierung von Heizungsanlagen ohne Schornsteinschäden – Neufassung der 1. Verordnung zur Durchführung des Bundesmmissionsschutzgesetzes –
1. BImSchV – Auswirkung auf Heizung und Schornstein

Dipl.-Phys. Stefan Holst,
1999 Kühlkonzeption am Beispiel Flughafen Bangkok

Dr. Siegfried Hopperdietzel
1980 Kunststoff für die Heizungstechnik. Kontinuität der Produktion von Kunststoffrohren.
Erfahrung – Prüfung – Rezepturgestaltung

Dipl.-Ing. Architekt Michael Juhr
1998 Die Industriefußbodenheizung aus der Sicht des Architekten – am Beispiel des Logistikzentrums Hückelhoven
2001 Produkt Bauwerk
Kostenreduktion im Herstellungsprozess durch die Optimierung der Zusammenarbeit von Auftraggebern, Planern, ausführenden Firmen und Produktherstellern

Dipl.-Ing. Uwe H. Kaiser
1985 Kunststoffe für Rohre.
Überblick, Werkstoffe, Eigenschaften und Anwendungsbereiche

Dipl.-Ing. Eberhard Kapmeyer
1990 Aktueller Stand der Maßnahmen zur Energieeinsparung durch die Bundesregierung der Bundesrepublik Deutschland
1992 CO_2 Minderungspolitik in der Bundesrepublik Deutschland

Prof. Dipl.-Ing. Manfred Karl
1996 Fußbodenheizung als integraler Bestandteil von Solarheizanlagen

Dipl.-Ing. Walter Karrer
1989 Anwendung von CAD in der technischen Gebäudeausrüstung

Dr. Helmut Kerschitz
1979 Theoretische Überlegungen zur Nutzung der Sonnenenergie

Helmut Klawitter, Ing. grad.
1985 Schweißverbindungen von PP-R
Materialstruktur, Eigenschaften, Anwendung

Prof. Dr.-Ing. Karl-Friedrich Knoche
1981 Entwicklungstendenzen bei Absorptionswärmepumpen

Dr.-Ing. Uwe Köhler
1979 Möglichkeiten zur Einsparung von Primärenergie bei Heizungsanlagen mit Wärmeerzeugung durch fossile Brennstoffe
1980 Verbesserung des Energieausnutzungsgrades von Heizanlagen mit Wärmepumpen und Niedertemperaturheizflächen
1981 Verbesserung der Heizleistung von Flächenheizungen
1982 Die Wärmebedarfsrechnung im Verhältnis zur tatsächlich erforderlichen Heizleistung

Markus Koschenz, Dipl.-Ing., Dipl. Wirtschaftsing. FH
2003 tabs mit Phasenwechselmaterial, auf der Suche nach thermischer Speichermasse für Leichtbauten und Renovationen

o. Prof. Dr.-Ing. habil. Günter Kraft

1991 Thermische und hygrische Wechselbeziehungen zwischen Außenwandkonstruktionen mit hinterlüfteter Wetterschale und der Raumheizung

Raimund Krawinkel
Dipl.-Ing. Klaus Krawinkel

1983 Grundsätzliches zur Energieeinsparung bei der Gebäudeplanung. Praktische Erfahrung mit einer Niedertemperatur-Großanlage am Beispiel der Sportschule Kaiserau. Von der Planung bis zur Fertigstellung.

1995 Integrale Planung am Beispiel der Sportschule Oberhaching

Dr.-Ing. Rolf Krüger

1984 Stand der Technik bei beheizten Fußbodenkonstruktionen. Randbedingungen und Schadensursachen. Koordination der Gewerke

Dr.-Ing. Boris Kruppa

1999 Untersuchungsergebnisse der ProKlimA Felduntersuchung: Raumklima in Bürohäusern

Dr. rer. nat. Dipl. Chem. Carl-Ludwig Kruse

1984 Korrosionsschäden in WW-Heizungsanlagen und ihre Vermeidung

1985 Vermeidung von Korrosionsschäden bei Fußbodenheizungsanlagen unter besonderer Berücksichtigung der Sauerstoffdurchlässigkeit von Kunststoffrohren

1986 Abgasseitige Korrosion bei Öl- und Gasfeuerung

1988 Korrosion in der Trinkwasser-Installation

1990 Stand der Normung über Aufbau der Bodenkonstruktion von Warmwasser- Fußbodenheizung

2005 Neue technische Regeln für den Korrosionsschutz in der Sanitär- und Heizungstechnik DIN 1988-7, EN DIN 12502-1 bis 5 und EN DIN 14868

Prof. Dr. Jean Lebrun

1982 Wärmeverluste von Räumen mit unterschiedlichen Heizsystemen und ihr Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit und die erforderliche Heizleistung

Bernd Lindemann Ing. VDI

1996 „VELTA" Industrieflächenheizung in der Praxis Entscheidungs-, Planungs-, Berechnungs-, und Ausführungsgrundlagen, Vergleiche

Dipl.-Ing. Manfred Lippe

2002 Brandschutz für die TGA
- Leitungsanlage
- Lüftung
- Schnittstellen zum Bauwerk

Dipl.-Ing. Harald Lötzerich

1989 Kesselaustausch – ein Konzept für Energieeinsparung und Umweltschutz

Prof. Dr.-Ing. Harald Loewer

1985 Mensch und Raumluft – Lüftungs- und Heizungstechnik in wirtschaftlicher Verbindung

1991 Es kommt auch auf die Luftqualität an. Stand der Entwicklung von Bewertung und Regelung der Raumluftqualität

Dipl.-Ing. Gottfried Lohmeyer

1992 Betonböden im Industriebau – Hallen- und Freiflächen

Dipl.-Ing. Hans Joachim Lohr

2005 Nutzung oberflächennaher Geothermie zur Beheizung und Kühlung von Gebäuden am Beispiel ausgeführter Gebäudekonzepte von der Entwurfsplanung bis zur Realisierung

Dr.-Ing. Rudi Marek

2000 Innovation Aktivspeichersysteme – Bauteilintegrierte Möglichkeiten zur sanften Raumtemperierung (Kombinationsreferat)

Dipl.-Ing. (FH) Martin Maurer

1995 Wärme – Kraft – Kopplung
Grundlagen – Technik – Einsatzbeispiele

Dr. P. May

1979 Energieeinsparung unter Nutzung von Sonnenenergie
Nutzbare Leistungen der Sonne

Dr. rer. nat. Erhard Mayer

1993 Was wissen wir über thermische Behaglichkeit?

Dipl.-Ing. Robert Meierhans

1998 Heizen und Kühlen mit einbetonierten Rohren
2000 Neue Hygienekonzepte – Thermoaktive Flächen auch im Krankenhaus

Prof. Dr. Meinhard Miegel

1998 Krisen nutzen – Zukunft gestalten
2004 Wirtschaftliche und gesellschaftliche Folgen demographischer Umbrüche

Dr. Marco Freiherr von Münchhausen

2006 Effektive Selbstmotivation – So zähmen Sie Ihren inneren Schweinehund

Prof. Dr.-Ing. Jens Mischner

1997 Zur Gestaltung und Bemessung von Wärmeerzeugungsanlagen mit Wärmepumpen
Grundlagen, Kosten, Primärenergieaufwand, THG – Emissionen, Optimierung

Dr.-Ing. Helmut Neumann

1985 Wärmepumpentechnik – eine Herausforderung für den Praktiker. Planen und dimensionieren von Wärmepumpenheizungsanlagen. Einbindung von Wärmepumpen in neue und bestehende Heizungsanlagen
1986 Elektro-Zentralspeicher – Wärmeerzeuger für Flächenheizung unter Berücksichtigung geeigneter Werkstoffe

Prof. Dr.-Ing. Bjarne W. Olesen

1979 Thermische Behaglichkeitsgrenzen und daraus resultierende Erkenntnisse für Raumheizflächen
1980 Thermische Behaglichkeit in Räumen in Abhängigkeit von Art und Anordnung des Heizsystems
Die differenzierten Wärmeverluste bei optimaler Wärmedämmung
1981 Thermischer Komfort und die Spezifikation von thermisch angenehmer Umgebung.
Differenzen des Komforts mit unterschiedlichen Heizmethoden.
1982 Wie wird das thermische Raumklima gemessen?
1984 Thermische Behaglichkeit, ihre Grenzen und daraus resultierende Erkenntnisse für Raumheizflächen
1986 Eine experimentelle Untersuchung des Energieeinsatzes bei Radiatorheizung und Fußbodenheizung unter dynamischen Betriebsbedingungen
1987 Experimentelle Untersuchung zum Energieverbrauch unterschiedlicher Heizsysteme
bei miteinander vergleichbarer thermischer Behaglichkeit
1988 A SOLUTION TO THE SICK BUILDING MYSTERY
Eine neue Methode zur Beschreibung der Raumluftqualität von Prof.Dr.sc. P.O. Fanger
1990 Neue Erkenntnisse über die erforderlichen Außenluftraten in Gebäuden
1992 Bewertung der Effektivität von Lüftungsanlagen.
1994 Fußbodenheizung in Niedrigenergiehäusern
Regelfähigkeit – Behaglichkeit – Energieausnutzung
1995 Raumklima- und Energiemessungen in zwei Niedrigenergiehäusern
1995 Möglichkeiten und Begrenzungen der Fußbodenkühlung
1996 Eine drahtlose Einzelraumregelung nach der empfundenen Temperatur
1996 Auslegung, Leistung und Regelung der Fußbodenkühlung
1997 Flächenheizung und Kühlung. Einsatzbereiche für Fußboden- Wand- und Deckensysteme
1998 Heizungssysteme – Komfort und Energieverbrauch

1999 Stand der internationalen und nationalen Normung für Heizsysteme in Gebäuden, CEN; ISO; DIN; VDI
2000 Flächenkühlung mit Absorptionswämepumpen und Solarkollektoren
2001 Messungen und Bewertung der Betonkernaktivierung BV M+W Zander, Stuttgart
2002 Sind „kalte" Fensterflächen heute überhaupt ein Problem für Behaglichkeit?
2003 Wie viel und wie wird in der Zukunft gelüftet?
2004 Neue Erkenntnisse über Regelung und Betrieb für die Betonkernaktivierung
2005 Lohnt es sich in ein gutes Raumklima zu investieren? Die Abhängigkeit von Arbeitsleistung und Raumklima
2006 Energieeffizienz für Heizungsanlagen nach Europäischen Normen

Wolf Osenbrück – Rechtsanwalt
1990 Aktuelle Rechtsprobleme der HOAI
1991 HOAI ′91 – wesentliche Leistungsbild- und Honorarverbesserungen
1994 Vergabeordnung für freiberufliche Leistungen (VOF) von Architekten und Ingenieuren
1995 VOB-Nachträge: Baupraxis und Rechtswirklichkeit
1996 5. Änderungsverordnung zur HOAI Ausführungszeichnungen – Montagezeichnungen

Dipl.-Ing. Jürgen Otto
1979 Die regeltechnische Qualität der Fußbodenheizung im Vergleich
1980 Die regeltechnische Qualität von Fußbodenheizungen mit Zementestrich in Kombination mit witterungsabhängigen Reglern und Raumtemperaturreglern.
1987 Einflüsse von Regelung, Rohrnetzhydraulik und Nutzerverhalten auf die Heizanlagenfunktion
1991 Hydraulik des Kesselkreises. Einführung verschiedener Kesselausführungen und Wärmeverbraucher

Prof. Dr. Erich Panzhauser
1986 Heizsystem auf dem humanökologischen Prüfstand

Dr.-Ing. Joachim Paul
1991 Wärmepumpen mit Wasser als Kältemittel – oder: Wie kann man Leistungszahlen verdoppeln?

Dipl.-Phys. Sven Petersen
2004 Der Einfluss des Oberbodens auf die Fußbodenheizung und den hydraulischen Abgleich
2005 Rahmenbedingungen für den Einsatz der Flächentemperierung in der sanften Renovierung
2006 Ganzheitliche Lösungen durch das Zusammenspiel der Uponor-Produkte

Dipl.-Ing. Rainer Pütz
2006 Verminderung des Wachstums von Legionellen und Pseudomonas aeruginosa in der Trinkwasserinstallation zur Erhaltung der Trinkwassergüte im Sinne aktueller Gesetze, Verordnungen und Regelwerke

Thomas Rau
2002 Intelligente Architektur

Prof. Dr.-Ing. Rudolf Rawe
1987 Einfluß der Auslastung auf Wirkungsgrad und Nutzungsgrad von Wärmeerzeugern.
1989 Anlagen zur Brennwertnutzung im energetischen Vergleich
1990 Niedertemperatur-Wärmeerzeuger im Vergleich – Einfluß konstruktiver und betrieblicher Parameter auf Verluste bei Betrieb und Bereitschaft

Siegfried Rettich, Ing. Betriebswirt (WA)
1994 Kommunale Energiekonzepte Voraussetzung für eine zukunftsgerechte Energiepolitik

Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Richter
1997 Zur Auslegung von Heizungs- und Lüftungsanlagen für Niedrigenergiehäuser unter Berücksichtigung nahezu fugendichter Bauweisen
2001 Der Einfluss von DIN 4701-Blatt 10 auf die zukünftige Heizungstechnik

Dipl.-Ing. Wolfgang Riehle
1990 Die Fußbodenheizung aus Architektensicht.
1996 Niedrigenergie im Bürohausbau
Kosten- und Energiesparkonzepte am Beispiel eines Atrium-Bürohauses

Prof. Frieder Roskam
1994 Wünsche – Bedürfnisse – Bedarf – vom Sportverhalten zur Sportanlage

Dipl.-Ing. habil. Lothar Rouvel
1993 Das Gebäude als Energiesystem

Dipl.-Ing. Christoph Saunus
1994 Planungskriterien von Kunststoff-Trinkwassersystemen

Franzjosef Schafhausen
1994 Globale Probleme lokal lösen. Das CO_2- Minderungsprogramm der Bundesregierung und seine Einbindung in die europäische Strategie und in weltweite Konzepte
1997 Von Rio nach Norderstedt. Fünf Jahre nach Rio – wie geht es mit der globalen Klimavorsorge vor Ort weiter?

Dipl.-Ing. Giselher Scheffler
1985 NT-Heizungsanlagen mit Kunststoffen aus der Sicht des Architekten

Dr.-Ing. Siegfried Schlott VDI
1997 Quellüftung und Fußbodenheizung in der Musikhalle Markneukirchen. Ein Jahr Betriebserfahrung

Dr.-Ing. Peter Schmidt
1983 Wesentliche Änderungen bei der Wärmebedarfsberechnung mit der Neuausgabe der DIN 4701

Dipl.-Psychologe Rolf Schmiel
2005 Leistungspsychologie für Führungskräfte

Prof. Dr.-Ing. Gerhard Schmitz
1993 Schadstoffarme Heizungsanlagen der neuen Generation

Dipl.-Ing. Jörg Schütz
2006 Die Trinkwasserverordnung – Auswirkungen auf die technischen Regeln der Gebäudetechnik

Dipl.-Ing. Karl Seiler
1985 NT-Heizungsanlagen mit Kunststoffrohren aus der Sicht des verarbeitenden Handwerks

Rechtsanwalt Olaf Silling
2004 Die zivilrechtlichen Haftungsrisiken der EnEV

Dipl.-Ing. Peter Simmonds
1994 Regelungsstrategien für kombinierte Fußbodenheizung und Kühlung
1999 Kühlkonzeption am Beispiel Flughafen Bangkok

Dipl.-Ing. Aart L. Snijders
1999 Nutzung von Aquiferspeichern für die Klimatisierung von Gebäuden

Prof. Dr. jur Carl Soergel
1988 Aktuelle Probleme aus dem Baurecht
1989 Bauvertragliche Gewährleistung im Verhältnis zur Produkthaftung

Prof. Dr.-Ing. Klaus Sommer
1995 Planung mit Hilfe der Computersimulation Beispiel: Niedrigenergiehaus
1996 Ein Beitrag zur integrierten Planung für ein ganzheitliches Gebäudekonzept
2002 Untersuchung verschiedener Regelstrategien für Betonkernaktivierung auf Basis der Gebäudesimulation
2005 Zusätzliche Aufheizleistung bei unterbrochenem Heizbetrieb – eine Planungshilfe im Rahmen der Heizlastberechnung nach DIN EN 12831

Dr.-Ing. Peter Stagge

1986 Betrachtungen zur Prüfpraxis und Gütesicherung von Rohren aus Kunststoff, insbesondere aus vernetztem Polyethylen. Gütesicherung von Rohren aus peroxydvernetztem Polyethylen (VPEa) mit dem VMPA-Überwachungszeichen

o. Prof. Dr.-Ing. Fritz Steimle

1991 Thermodynamische Begründung für Niedertemperaturheizung
1993 Entscheidungskriterien zur richtigen Brennwerttechnik
1995 Wärmebereitstellung für Niedrigenergiehäuser
1997 Kühlung und Entfeuchtung
Kältemittel der nächsten Jahre
1998 Entwicklung der Wärmepumpentechnik – der Fußboden als Heiz- und Kühlfläche
2001 Tendenzen zur Kälteversorgung und Entfeuchtung in Gebäuden
2003 Bedarfsgeregelte Lüftung in großen und kleinen Gebäuden

Rudolf Steingen

1992 Der Wettbewerbsgedanke im Baurecht

Friedrich Wilhelm Stohlmann – Rechtsanwalt

1990 Produkthaftungsgesetz 1990 – Wie wirkt sich das Produkthaftungsgesetz auf die Sanitär- und Heizungsbranche aus? Abgrenzung vertraglicher Gewährleistung zu gesetzlicher Produkthaftung
1997 Das Vertragsverhältnis zwischen Auftraggeber und Architekt sowie zwischen Auftraggeber und ausführendem Unternehmer unter besonderer Berücksichtigung der Ansprüche zwischen Planer/ausführender Firma untereinander
2000 Bauhandwerkersicherungsgesetz
Bauvertragsgesetz
2003 Die Auswirkungen des neuen Werkvertragsrechts (01.01.2002) auf die Planung und Ausführung haustechnischer Anlagen

Heino M. Stüfen

1980 Heiztechnische Konzeption und Berechnungsmethodik der „VELTA" Fußbodenheizung
1983 Grundsätzliches zur Planung von Flächenheizungen
1984 Querschnittsbericht „VELTA" Fußbodenheizungen
Erfahrungen von 150.000 „VELTA" Fußbodenheizungsanlagen
1986 Erspare Dir und Deinem Kunden Ärger. Planung und Erstellung sicherer und funktionstüchtiger Flächenheizungsanlagen.
1987 „VELTA" Industrieflächenheizung – System MELTAWAY-Anwendungsmöglichkeiten und Erfahrungen
1989 Beurteilung der Regelfähigkeit einer Fußbodenheizung
1990 „VELTA" Technik heute. Anwendungsspektrum und Perspektive für die 90er Jahre

Prof. Dr. Peter Suter

1986 Leistungsabgabe und Komfort von Fußbodenheizungen in Räumen mit stark unterschiedlichen Wandtemperaturen

Dipl.-Ing. Architekt Hadi Teherani

2004 Innovative Gebäudekonzepte trotz effizienter Ökonomie
2006 Gebaute Emotion

Dr. rer. nat. Markus Tempel

2000 Innovation Aktivspeichersysteme – Bauteilintegrierte Möglichkeiten zur sanften Raumtemperierung (Kombinationsreferat)

Prof. Dr.-Ing. Gerd Thieleke

2004 Zukünftige Hausenergieversorgung auf Basis Brennstoffzelle und Wärmepumpe

Univ. Prof. Dr. Friedrich Tiefenbrunner

1989 Problematik der Verkeimung von Trinkwasserleitungen

Minoru Tominaga

2002 Kundenbegeisterung als Erfolgsstragegie

Prof. Dr.-Ing. Achim Trogisch
1998 Kann die WSVO im Widerspruch zur Gewährleistung eines optimalen sommerlichen Raumklimas stehen?

Dipl.-Ing. Klaus Trojahn
1991 Fußbodenheizung im Sportstättenbau

Frank Ullmann
1992 Der Fachingenieur als Unternehmer – Einführung in modernes Management für Technische Büros

Prof. Dipl.-Ing. Klaus W. Useman
1988 Kunststoffrohre in der Trinkwasser-Installation

Thomas Vogel, Dipl.-Ing. (FH) VDI
2000 Brand- und Schallschutz

Prof. Dr. Norbert Walter
1994 Zentraleuropäisches Hoch am Bau

Peter Wegwerth, Ing.grad.
1981 Die regeltechnische Qualität von Fußbodenheizungen mit Zementestrich in Kombination mit witterungsabhängigen Reglern und Raumtemperaturreglern
1983 Großflächige Wärmetauscher aus Kunststoff für Flächenheizungen, Fassaden und Dachabsorber
1984 Membranausdehnungsgefäße richtig dimensionieren und einsetzen
1987 Hydraulische Randbedingungen in Heizungsanlagen mit geringer Spreizung
1988 Regeltechnische Notwendigkeiten für NT-Flächenheizungen

Haymo Wehrlin, Ing.grad.
1981 Stand der Haus-Heiz-Wärmepumpe und der Solartechnik aus heutiger Sicht

Dipl.-Ing. Manfred Wenting
1988 Großbilddemonstration „VELTA" Software zur Dimensionierung von Rohr-Fußbodenheizungen
1992 Regeltechnische Maßnahmen für die Fußbodenheizungstechnik. Von der individuellen Raumtemperaturregelung bis zum DDC- (Direct-Digital-Control) System

Prof. Dr.-Ing. Hans Werner
1982 Bauphysikalische Einflußgrößen auf die Wärmebilanz von Gebäuden
1983 Anforderungen an die Regelfähigkeit von Heizungssystemen aufgrund bauphysikalischer Einflußgrößen
1985 Bilanzierung der Transmissionswärmeverluste zweier Räume mit unterschiedlichen Heizflächen
1991 Berechnung des Jahresheizwärmebedarfs von Gebäuden nach ISO 9164 und CEN/TC 89 künftige Europanorm

Horst Wiercioch
2001 Betriebserfahrungen mit Betonkernaktivierung BV M + W Zander, Stuttgart

Detlef Wingertszahn, Dipl.-Ing.
2001 Moderne Technische Gebäudeausrüstung, ein Ansatz zur nachhaltigen Betriebskostensenkung

Dr. Andreas Winkens
2003 Schimmelpilzbildung in Abhängigkeit unterschiedlicher Wärmeverteilsysteme

Prof. Dr.-Ing. Dieter Wolff
2000 Auswirkungen der EnEV 2001 und der begleitenden Normung auf die Gebäude- und Anlagenplanung

Prof. Dr.-Ing. Günter Zöllner

1982 Wärmetechnische Prüfungen von Heizflächen und ihre Bedeutung

1984 Wärmetechnische Prüfung und Auslegung von Warmwasserfußbodenheizungen

1986 Energieeinsatz von Heizsystemen unter besonderer Berücksichtigung des dynamischen Betriebsverhaltens

1987 Experimentelle Untersuchung zum Energieverbrauch unterschiedlicher Heizsysteme bei miteinander vergleichbarer thermischer Behaglichkeit

Plants and sales offices:

- Housing solutions
- Infrastructure solutions
- Sales office only



Uponor Central Europe
Uponor GmbH
Postfach 1641
97433 Haßfurt
Germany

T +49 (0)9521 690-0
F +49 (0)9521 690-710
W www.uponor.de
E central-europe@uponor.de

uponor
simply more

E100 940 P